Not to be cited without
permission of the authors[1]

Canadian Atlantic Fisheries
Scientific Advisory Committee

CAFSAC Research Document 92/ 57

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs[1]

Comité scientifique consultatif des pêches
canadiennes dans l'Atlantique

CSCPCA Document de recherche 92/ 57

Cycle de ponte, développement des ovocytes et résultats préliminaires concernant la fécondité en lots chez le maquereau (Scomber scombrus L.) du nord-ouest de l'Atlantique.

par

François Grégoire

Division des poissons et de l'océanographie des pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, Route de la Mer
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

[1]This series documents the scientific basis for fisheries management advice in Atlantic Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the Research Documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research Documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat by the authors.

[1]Cette série documente les bases scientifiques des conseils de gestion des pêches sur la côte atlantique du Canada. Comme telle, elle couvre les problèmes actuels selon les échéanciers voulus et les Documents de recherche qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés finals sur les sujets traités mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les Documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée par les auteurs dans le manuscrit envoyé au secrétariat.

RÉSUMÉ

L'évaluation de la biomasse reproductrice du maquereau du golfe du St-Laurent se fait présentement à partir de la production totale annuelle d'oeufs et de la fécondité des femelles. La fécondité est déterminée avant la fraie à partir du nombre d'ovocytes ayant un diamètre supérieur à une certaine taille. L'examen histologique de gonades provenant d'un programme d'échantillonnage en 1991 démontre que le maquereau est un frayeur multiple indéterminé. Le nombre total d'ovocytes expulsés ne peut donc être déterminé avant le début de la fraie. En présence d'une telle situation, la méthode de la fécondité en lots suggère de calculer la fécondité à partir de la fréquence de fraie et du nombre d'ovocytes pondus par lot. A partir des densités d'oeufs de stade un calculées lors des croisières d'évaluation de 1987 à 1991, il est suggéré que la fraie est asynchrone. La ponte ne se produit à aucun moment particulier au cours du cycle de 24 heures. L'examen histologique des gonades a démontré à quelques occasions la présence simultanée de follicules post-ovulatoires et d'ovocytes hydratés. De telles gonades, dont des ovocytes hydratés ont déjà été expulsés, ne peuvent être utilisées dans le calcul de la fécondité. Pour éviter cette situation, des modifications au protocole expérimental seront apportées en 1992. L'approche stéréologique pourrait de plus être envisagée pour éviter les désavantages reliés à l'utilisation des méthodes volumétriques et gravimétriques couramment utilisées pour le calcul du nombre d'ovocytes.

ABSTRACT

Assessment of the mackerel reproductive biomass in the Gulf of St. Lawrence is currently conducted by the total annual egg production and the female fecundity. Fecundity is determined before spawning from the number of oocytes with a diameter greater than a certain size. Histological study of gonads from a sampling program in 1991 showed that mackerel is an indeterminate serial spawners. The total number of oocytes expelled cannot be determined before the spawning. However the batch fecundity method suggests a way of estimating fecundity from spawning frequency and the number of oocytes expelled by batch. Egg densities of stage one computed from 1987 to 1991 assessment surveys suggested that spawning is asynchronous. Spawning does not occur at any particular time during the 24 hour cycle. Histological study of some gonads showed, on some occasions, the simultaneous presence of post-ovulatory follicules and hydrated oocytes. The gonads, where hydrated oocytes have been already expelled, cannot be used in the calculation of fecundity. To avoid this situation, protocol modifications are proposed for 1992. The stereological approach is envisaged to avoid the disadvantages linked to the use of the volumetric or gravimetric methods currently used to the computation of oocytes.

1. INTRODUCTION

1.1 Évaluation de la biomasse par la production d'oeufs.

L'évaluation de la biomasse reproductrice du maquereau bleu (**Scomber scombrus** L.) du golfe du St-Laurent se fait actuellement à partir du calcul de la production totale annuelle d'oeufs. Les analyses séquentielles des populations, qui sont les plus utilisées dans les évaluations de stocks, ne présentent pas de résultats satisfaisants dans le cas du maquereau. Une faible mortalité par la pêche ainsi que l'absence d'un indice valable d'abondance rendent inadéquats ces méthodes d'analyse.

Le calcul de la biomasse effectué à partir de la production totale annuelle d'oeufs a été présenté pour la première fois par Maguire (1979, 1981). Cette approche a été rejetée parce que les techniques d'échantillonnage alors utilisées ne se prêtaient pas bien à des calculs d'estimation de biomasse et qu'aucun intervalle de confiance ne pouvait être calculé. Une seconde approche, présentée par Ouellet (1987) et revue récemment par Grégoire (1992), permet le calcul de la production quotidienne totale d'oeufs selon les techniques de calcul utilisées dans un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. La production totale annuelle d'oeufs est estimée par la suite à partir de la valeur de la production quotidienne totale sous l'hypothèse que la courbe de production saisonnière a une forme normale avec une date de ponte maximale et un écart-type constant d'une année à l'autre (Maguire 1981). Le nombre de femelles qui participent à la fraie est déterminé en divisant la production totale annuelle d'oeufs par la fécondité moyenne des femelles qui sont sur le point de pondre. Connaissant le poids moyen de ces femelles et considérant un rapport des sexes égal, il devient alors possible d'estimer la biomasse reproductrice.

Cette façon d'évaluer la biomasse comporte certains points faibles: 1) la forme réelle de la courbe de production saisonnière reste toujours à vérifier, 2) le calcul de la fécondité ne tient pas compte du gain causé par vitellogénèse ou de la perte causée par atrésie (Pelletier 1986; Priede 1990), 3) aucun intervalle de confiance n'est associé à la valeur de la production totale annuelle d'oeufs et de l'estimation de la biomasse. Chez le maquereau, l'atrésie peut être: 1) complète (poissons de deux ans surtout), 2) causée par le stress ou le manque de nourriture, ou 3) terminale (Priede 1990). Le maquereau est considéré maintenant comme un frayeur multiple indéterminé comme l'anchois et la sardine et le nombre d'ovocytes pondus ne peut donc être déterminé comme on le fait présentement avant le début de la saison de fraie (Hunter et Macewicz 1985; Hunter et al 1985; Priede 1990).

1.2 La fécondité en lots.

La fécondité en lots, aussi connue sous le nom de "méthode des ovocytes hydratés", a été proposée pour la première fois dans l'évaluation de la biomasse de l'anchois (**Engraulis mordax**) de la côte du Pacifique. Certains problèmes majeurs étaient associés à l'évaluation de cette espèce qui se faisait traditionnellement à partir d'un relevé de larves qui pouvait durer plusieurs mois (Lasker 1985). La fécondité en lots est maintenant appliquée avec succès chez plusieurs autres espèces: **Engraulis ringens** (Alheit et al 1983; Alheitet al 1984), **Enchrasicholina**

purpurea (Clarke 1987), Seriphus politus (DeMartini et Fountain 1981) et Maurolicus muelleri (Melo et Armstrong 1991). Elle l'a été dernièrement dans le cas du maquereau en Europe (Watson et al 1992; Priede 1990). Elle représente selon Hunter et al. (1985) la seule mesure adéquate de fécondité pour les frayeurs multiples indéterminés. L'estimation de la biomasse effectuée selon cette méthode n'utilise que la valeur de la production quotidienne et présente l'avantage de fournir des intervalles de confiance.

L'application de cette méthode nécessite de connaître le nombre d'ovocytes relâchés par ponte (ou lot) et du nombre de pontes par saison. Hunter et Goldberg (1980) ont été les premiers à déterminer le nombre d'ovocytes pondus par ponte chez l'anchois en comptant les ovocytes hydratés. Les ovocytes hydratés voient leur volume augmenté rapidement par un addition de liquide juste avant la ponte (Fulton 1898). Ils représentent la fécondité en lot. Le nombre de pontes effectuées par cette même espèce a été déterminé par Hunter et Goldberg (1980) et Hunter et Macewicz (1980). Ces derniers, suivant la suggestion de Moser (1967) que les follicules post-ovulatoires peuvent indiquer qu'une ponte a eu lieu, ont déterminé des critères pour âger les follicules et déterminer ainsi la fréquence de fraie chez l'anchois. Finalement, dans le but de déterminer la biomasse de cette espèce, Parker (1980, 1985) d'abord puis Stauffer et Picquelle (1980) ont élaboré à partir de la fréquence de fraie et du nombre d'ovocytes pondus par lot le modèle suivant:

$$(1) \qquad B = k\,A\,\left(\frac{P\,W}{R\,F\,S}\right)$$

où:

B= Biomasse reproductrice (tonne métrique)
P= Production quotidienne d'oeufs (nombre d'oeufs produits par 0.05 m^2 par jour)
W= Poids moyen des femelles (g)
R= Fraction de femelles matures dans la population
F= Fécondité en lots
S= Fraction des femelles matures frayant par jour
A= Surface totale échantillonnée (0.05 m^2)
k= Facteur de conversion de gramme en tonne

Se basant sur la méthode Delta (Seber 1973), Stauffer et Picquelle (1980), Picquelle et Hewitt (1983, 1984) ont démontré que la variance de l'estimé de la biomasse peut être considérée comme une fonction de la variance et des covariances des paramètres de l'équation 1.

Le but du présent rapport est de présenter les résultats préliminaires d'une étude en cours sur l'application possible de la fécondité en lots dans le cas du maquereau du golfe du St-Laurent. Une mise à jour des connaissances sur la saison de fraie et le cycle de ponte de cette espèce est aussi présentée. Cette information est essentielle pour l'orientation future de l'étude.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.

2.1 Maturation des gonades.

L'emploi de la fécondité en lots nécessite la collecte de gonades matures. Puisque la présence d'ovocytes hydratés peut s'exprimer en terme d'heure seulement (Watson et al 1992), le moment exact de l'échantillonnage s'avère primordial. Dans le but d'effectuer un choix adéquat, l'indice gonado-somatique a été calculé sur une base quotidienne pour permettre de suivre l'état de maturité des gonades. Ce calcul a été effectué sur des poissons provenant de l'échantillonnage annuel effectué entre 1984 et 1991 par le MPO dans les différentes régions du golfe du St-Laurent, du plateau néo-écossais et de la côte est de Terre-Neuve. Lors du présent échantillonnage, le choix des gonades a été effectué en se basant sur le calcul de l'indice gonado-somatique pour chaque stade de maturité des gonades.

2.2 Cycle de ponte.

L'un des principaux facteurs utilisés dans le calcul de la biomasse par la méthode de la fécondité en lots est la fraction des femelles (S de l'équation 1) qui fraient au cours d'une période de 24 heures. Le calcul de cette valeur est effectué de façon différente selon le synchronisme du cycle de fraie (Priede 1990). Dans le cas du maquereau du nord-ouest de l'Atlantique, il existe à l'exception du travail de Sette (1943) peu ou pas d'information indiquant que le maquereau fraie à un moment particulier de la journée (fraie synchrone) comme dans le cas de l'anchois ou à tout autre moment de la journée (fraie asynchrone). Pour tenter répondre à cette question, les heures où il y a eu ponte ont été estimées à partir des heures où les oeufs les plus récemment pondus ont été retrouvés. Pour ce faire, les données des cinq dernières croisières de recherche sur la distribution et l'abondance des oeufs de maquereau dans le golfe du St-Laurent ont été utilisées et les oeufs échantillonnés ont été regroupés par stade et par tranche de deux heures. Cette façon de procéder a été utilisée par Ahlstrom (1943) pour déterminer le moment de la ponte chez **Sardinops caerulea** et par Simpson (1971) dans le cas de quatre autres espèces. L'approche proposée par Ferraro (1980), qui tient compte du temps d'incubation, a aussi été utilisée. En suivant cette approche, le temps total d'incubation observé à chacune des stations des croisières précédentes a été calculé à partir de la température moyenne des dix premiers mètres en utilisant les données de Worley (1933). L'heure de ponte estimée a été calculée en soustrayant aux temps d'incubation respectifs des stades d'oeufs (Ouellet 1987) l'heure à laquelle l'échantillonnage a eu lieu. Finalement, ces deux mêmes approches ont été appliquées à un échantillonnage effectué à chaque heure à une station sur le Banc de Bradelle pendant 37 heures consécutives lors de la croisière de 1991.

2.3 Fécondité en lots: Collecte des échantillons.

Des échantillons de maquereaux ont été récoltés au moyen de filets maillants dérivants (maille de 73 mm) et de lignes dans la Baie des Chaleurs entre les 18 et 25 juillet 1991. L'heure et la position exactes des captures ont été notées. Au moment de la capture, le sexe de tous les poissons a été déterminé. Les gonades femelles de stades trois à six (selon échelle proposée par Parrish et Saville 1965) correspondant à des maquereaux en train de pondre ou sur le point de pondre ont été placées immédiatement dans une solution de formaldéhyde tamponnée à 10 % (Hunter 1985). Après quelques mois, les poissons ont été décongelés, mesurés et pesés (Tableau 1). Les otolithes sagittae ont été prélevés pour la détermination de l'âge. Le poids des gonades congelées ainsi que celui des gonades conservées dans la solution précédente ont aussi été enregistrés. Le nombre de gonades de stade trois, quatre, cinq et six a été respectivement de 120, 36, 296 et 10.

2.4 Fécondité en lots: Préparation des coupes histologiques.

Une tranche de cinq mm environ a été effectuée sur toutes les gonades de stade quatre et six, sur 30 gonades de stade trois et 50 gonades de stade cinq. Les tranches ont été prises dans la partie centrale de l'une des deux gonades et placées dans des cassettes d'inclusion pour la déshydration, l'éclaircissement et l'imprégnation à la paraffine. Les coupes ont été par la suite colorées à l'hématoxyline de Harris puis à l'éosine Y. Quelques gouttes d'acide acétique ont été ajoutées pour augmenter la précision de la coloration nucléaire (Luna, 1968) et pour obtenir une meilleure conservation de la solution (Gabe 1968).

Les différents stades de développement des ovocytes ont été identifiés à partir des critères présentés dans Bara (1960), Isaac-Nahum et al. (1988), Morrison (1990) et Priede (1990). Le décompte des ovocytes, jusqu'à une concurrence d'au moins 100 ovocytes par gonade, a été réalisé de façon aléatoire afin de déterminer les proportions relatives de chaque stade. Cinquante lames, réparties également aléatoirement durant la période d'échantillonnage et regroupées par stade de développement des gonades, ont été sélectionnées pour la mesure des ovocytes. Les ovocytes des stades un à cinq (avec présence du noyau dans le cas des 4 premiers stades) ont été mesurés en choisissant dix endroits différents sur les lames. Finalement, dix lames correspondant à chaque stade de maturité des gonades ont été sélectionnées pour déterminer la proportion d'atrésie chez chaque stade d'ovocyte.

3. RÉSULTATS.

3.1 Maturation des gonades.

L'indice gonado-somatique chez les mâles et les femelles est élevé au début de la période d'échantillonnage et diminue dès que la fraie s'amorce (Figures 1 et 2). Ce patron s'observe pour toutes les années et la diminution de l'indice signifie que les lots successifs d'ovocytes ou de

spermatozoides sont expulsés rapidement. Les variations quotidiennes dans la diminution de l'indice s'expliquent possiblement par des différences régionales dans le déroulement de la ponte.

La valeur de l'indice gonado-somatique est maximale, pour les deux sexes, pour les gonades de stade de maturité cinq (Figures 3 et 4). A ce stade, la gonade se caractérise du point de vue macroscopique par la présence d'ovocytes hydratés. La ponte ne devrait pas avoir débutée et aucun follicule post-ovulatoire ne devrait être présent. L'indice est inférieur à 2% pour les gonades de stade de maturité un à trois et sept.

3.2 Cycle de ponte.

Pour les cinq dernières croisières d'évaluation et pour la plupart des périodes de deux heures, la proportion d'oeufs de stade un (dont la ponte est récente) s'avère être la plus élevée par rapport aux autres stades (Tableau 2). C'est lors du premier trajet effectué en 1987 qu'on retrouve une proportion d'oeufs d'un autre stade (trois) plus élevée que celle du stade un. Lors de l'échantillonnage effectué à une même station, les oeufs de stade un sont toujours les plus nombreux (Tableau 3 et Figure 5). Les distributions des heures de ponte estimées ne présentent pas de périodes spécifiques pendant lesquelles la ponte se produirait (Figures 6, 7, 8, 9 et 10). La ponte serait effectuée à différents moments de la journée. Cependant, lors des deux trajets effectués en 1987 et 1989 (Figures 6 et 8), un mode apparait vers 12:00 et un autre vers 15:00 dans le cas de l'échantillonnage effectué à une même station (Figure 10). Comme le suggère aussi Ferraro (1980) à partir de relevés de plancton, les présentes données suggèrent que la ponte chez le maquereau serait asynchrone.

3.3 Fécondité en lots: Dénombrement des ovocytes.

L'examen histologique des gonades a permis d'identifier sept périodes ou stades distincts lors du développement des ovocytes. La description de chacun de ces stades est présentée dans d'Auteuil et Grégoire (1992) et est en accord avec ce qui a été observé dans le cas du maquereau du nord-est de l'Atlantique (Priede 1990).

Les gonades sont caractérisées par la présence d'un grand nombre d'ovocytes immatures (stade 1) (Figure 11). Lorsque les gonades sont regroupées par stade de maturité, les mêmes proportions entre les différents stades d'ovocytes sont observées (Figure 12). Des ovocytes hydratés (stade 5) sont déjà présents chez les gonades de stade trois. Il en est de même des follicules post-ovulatoires (stade 6) dont la présence indique qu'au moins une ponte a déjà eu lieu. Chez certaines lames, la présence simultanée d'ovocytes hydratés et de follicules a été observée. Cela n'a pas été notée par les européens qui affirment que la ponte est un événement qui se produit trop rapidement pour permettre de trouver des ovocytes de ces deux stades au même moment (Priede 1990). Un examen plus complet des gonades va se poursuivre pour tenter de confirmer cette observation et vérifier si les follicules post-ovulatoires qui ont été observés chez des gonades de stade de maturité trois ne seraient pas en fait des ovocytes atrésiés (stade 7). La distinction entre ces deux stades est parfois difficile à réaliser.

Chez l'ovocyte, les proportions moyennes des différents stades ne présentent pas de variations ou de tendances notables au cours de la période d'échantillonnage (Figure 13). Par exemple, on ne retrouve pas de diminution marquée d'ovocytes de stade 1 ou d'augmentation d'ovocytes hydratés vers la fin de cette période.

3.4 Fécondité en lots: Taille des ovocytes et atrésie.

La distribution des fréquences du diamètre des ovocytes, pour chacun des quatre stades de maturité des gonades, est caractérisée par la présence de différents modes. Les ovocytes constituant chaque mode correspondent à un stade de développement spécifique (Figure 14). Il existe un chevauchement entre les modes. Les ovocytes du dernier mode sont les ovocytes hydratés de stade cinq. Ils représentent les ovocytes qui seront expulsés à chaque ponte.

A l'exception des ovocytes hydratés dont le diamètre moyen augmente légèrement d'un stade de maturité à l'autre, aucune tendance n'est observée pour les autres ovocytes (Tableau 4 et Figure 15). Il n'y a pas d'augmentation non plus dans le diamètre moyen des différents ovocytes lorsque les gonades sont regroupées par stade de maturité (Figures 16, 17, 18 et 19).

Des ovocytes atrésiés ont été observés chez toutes les gonades (Stade 7 des Figures 11 et 12). Le phénomène d'atrésie semble être plus fréquent chez les ovocytes hydratés et les follicules post-ovulatoires (Stades 5 et 6 de la Figure 20). Chez un grand nombre d'ovocytes atrésiés, il n'a pas été possible de reconnaître le stade de développement (Stade 7 de la Figure 20). La présence des atrésies à chacun des stades de développement est aussi observée chez le maquereau en Europe (Priede 1990).

4. DISCUSSION.

Lorsque la ponte chez une espèce est synchrone, c'est-à-dire lorsqu'elle se produit à un moment précis au cours du cycle de 24 heures, la fraction des femelles qui fraient pourrait être déterminée directement en calculant la fraction de ces dernières ayant des ovocytes hydratés ou des follicules post-ovulatoires. Dans le cas de l'anchois, Hunter et Goldberg (1980) ont utilisé les follicules ayant 24 heures pour déterminer la fréquence de fraie de cette espèce. Une telle approche ne pourrait être utilisée chez le maquereau s'il s'avérait que la ponte soit asynchrone. Le présent document présente certaines évidences en ce sens qui ne sont basées cependant que sur les données provenant des croisières d'évaluation. Chez le maquereau du nord-est de l'Atlantique, des observations de fraie en captivité suggèrent que la ponte est asynchrone (Walsh et Johnstone 1991). Dans de telles circonstances, il est alors nécessaire de déterminer la durée d'un stade utilisé pour identifier la fraie. La durée des jeunes follicules et des ovocytes hydratés serait inférieure à 24 heures et probablement même à 12 heures (Priede 1990). Selon ces mêmes observations, la durée des ovocytes dont le noyau débute la migration serait d'environ 24 heures. Ces derniers, de stade 4, ont été utilisés par Priede (1990) pour déterminer la fréquence de fraie. Chez le maquereau du nord-ouest de l'Atlantique, une telle approche pourrait être envisagée.

Un élevage en captivité pourrait permettre de déterminer la durée des différents stades et vérifier aussi le synchronisme de la fraie.

La présence simultanée d'ovocytes hydratés et de follicules post-ovulatoires chez certaines gonades signifie l'exclusion de ces dernières lors du calcul de la fécondité. La fraie y est déjà amorcée et des ovocytes hydratés ont été expulsés. Pour éviter une sous-estimation du nombre réel d'ovocytes hydratés ou de la fécondité en lots, chaque gonade devrait être examinée histologiquement pour déterminer ou non la présence de follicules. Lors de l'échantillonnage de 1992, les gonades droites et gauches seront préservées dans des solutions spécifiques au démentellement de la membrane pour la libération des ovocytes et à la préservation des tissus en vue de l'examen histologique.

Pour le calcul du nombre d'ovocytes hydratés, les gonades doivent être placées dans du liquide de Guilson. La période de digestion est longue et les ovocytes atrésiés ainsi que les follicules ne peuvent être identifiés et dénombrés. Dans le but d'améliorer la précision de l'estimation de la fécondité de trois espèces (dont le maquereau), une approche stéréologique a été proposée par Emerson et al. (1990). Les résultats obtenus lors de cette étude sont intéressants, de nombreux avantages par rapport à l'approche volumétrique y sont présentés. Une telle technique pourrait être envisagée dans le cas de la présente étude sur la fécondité du maquereau.

La présence d'ovocytes hydratés et de follicules post-ovulatoires chez de jeunes gonades pourrait être un facteur suffisamment important pour amener une modification des critères utilisés lors de l'identification du stade des gonades. Une nouvelle classification pourrait tenir compte à la fois des critères macroscopiques et microscopiques.

5. REMERCIEMENTS.

De très sincères remerciements sont exprimés à Mme Isabelle d'Auteuil pour l'excellent travail effectué dans la préparation des coupes histologiques et dans l'identification des stades d'ovocytes. Des remerciements sont aussi dirigés à l'endroit du Dr Martin Castonguay et de M. Alain Proulx pour l'échantillonnage des gonades.

6. RÉFÉRENCES.

Ahlstrom, E.H. 1943. Studies on the Pacific pilchard or sardine (Sardinops caerulea). 4. Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. U.S. Fish Wildl. Serv. SSR 23, 26p.

Alheit, J., Alegre, B., Alarcon, V.H., and B.J. Macewicz. 1983. Batch fecundity and spawning frequency of various anchovy (Genus: Engraulis) populations from upwelling areas and their use for spawning biomass estimates. FAO Fish. Rep., 291:977-985.

Alheit, J., Alarcon, V.H., and B.J. Macewicz. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the Peruvian anchovy, Engraulis ringens. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25: 43-52.

Bara, G. 1960. Histological and cytological changes in the ovaries of the mackerel Scomber scombrus L., during the annual cycle. Rev. Fac. Sci. Univ. Istanb. Ser. B. 25 (1-2),49-91.

Clarke, T.A. 1987. Fecundity and spawning frequency of the Hawaiian anchovy or nehu, Encrasicholina purpurea. Fish. Bull., 85: 127-138.

D'Auteuil,I., et F.Grégoire. 1992. Description histologique du développement des ovocytes chez le maquereau bleu (Scomber scombrus L.). Rapp. Tech. can. sci. halieut. aquat. (sous presse).

DeMartini, E.E., and R.K. Fountain. 1981. Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the Queenfish, Seriphus politus : attributes representative of serial spawning fishes. Fish. Bull., 79: 547-560.

Emerson, L.S., Walker, M.G., and P.R. Witthames. 1990. A stereological method for estimating fish fecundity. J. Fish. Biol. 36: 721-730.

Ferraro, S.P. 1980. Daily time of spawning of 12 fishes in the Peconic Bays, New York. Fish. Bull., 78: 455-464.

Fulton,T. W. 1898. On the growth and maturation of the ovarian eggs of Teleostian fishes. Annu. Rep. Fish. Bd. Scotl., 16: 88-124.

Gabe, M. 1968. Techniques histologiques. Masson et Cie, Paris. 1113p.

Grégoire, F. 1992. Revue de la stratégie d'échantillonnage utilisée lors des croisières d'évaluation de la biomasse reproductrice du maquereau bleu (Scomber scombrus L.) du golfe du St-Laurent. CSCPCA Document de Recherche 92/ 55.

Hunter, J.R., and S.R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, **Engraulis mordax**. Fish. Bull., 77:641-652.

Hunter, J.R., and B.J. Macewicz. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy **Engraulis mordax** during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 21: 139-149.

Hunter, J.R., and B.J. Macewicz. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. **In:** R. Lasker (editor), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax**, p 79-94. U.S. Dep. Commer. NOAA. Tech. Rep. NMFS 36.

Hunter, J.R., Lo, N.C.H., and R.J.H. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. **In:** R. Lasker (editor), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax**, p 67-77. U.S. Dep. Commer. NOAA. Tech. Rep. NMFS 36.

Hunter, J.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. **In:** R. Lasker (editor), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax**, p 63-65. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 36.

Isaac-Nahum, V.J., Cardoso,R. De D., Servo, G., and C.L.del B. Rossi-Wongtschowski. 1988. Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, **Sardinella brasiliensis** (Steinacher,1897), (Clupeidae). J. Fish Biol. 32: 383-396.

Lasker, R. 1985. INTRODUCTION: An egg production method for anchovy biomass assessment. **In**: R. Lasker (editor), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, **Engraulis mordax**, p 1-3. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 36.

Luna, L.G. 1968. Manual of histologic staining method of the Armed Forces Institute of Pathology. McGraw-Hill Book Company, N.Y. Third Edition, 258 p.

Maguire, J.J. 1979. An outline of a method to back calculate the mackerel spawning stock from egg abundance estimates. CAFSAC. Research Document 79/31. 42p.

Maguire, J.J. 1981. Maturité, fécondité, ponte et évaluation de la taille du stock reproducteur du maquereau atlantique (Scomber scombrus) dans le golfe du St-Laurent. Thèse de Maîtrise, Université Laval, Québec. 137p.

Melo, Y.C., and M.J. Armstrong. 1991. Batch spawning behaviour in lightfish Maurolicus muelleri. S. Afr. J. mar. Sci. 10: 125-130.

Morrison, C.M. 1990. Atlas d'histologie de la morue franche, Gadus morhua. Troisième partie. Organes reproducteurs. Publ. spé. can. sci. halieut. aquat. 110: 177p.

Moser, H.G. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of Sebastodes paucispinis Ayres, an ovoviviparous teleost (Family Scorpaenidae). J. Morphol. 123: 329-354.

Ouellet, P. 1987. Mackerel (Scomber scombrus) egg abundance in the southern Gulf of St. Lawrence from 1979 to 1986, and the use of the estimate for stock assessment. CAFSAC Res. Doc. 87/62, 40 p.

Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, Engraulis mordax, spawning biomass. Fish. Bull., U.S. 78:541-544.

Parker, K. 1985. Biomass model for the egg production model. **In:** R. Lasker (editor), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, Engraulis mordax, p 5-6. U.S. Dep. Commer. NOAA. Tech. Rep. NMFS 36.

Parrish, B.B., and A. Saville. 1965. The biology of the northeast Atlantic herring populations. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 3.

Pelletier, L. 1986. Fécondité du maquereau bleu, Scomber scombrus L., du golfe du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1467: v + 37 p.

Picquelle, S.J., and R.P. Hewitt. 1983. The northern anchovy spawning biomass for the 1982-83 California fishing season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 24: 16-28.

Picquelle, S.J., and R.P. Hewitt. 1984. The 1983 spawning biomass of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25: 16-27.

Priede, I.G. 1990. Evaluation of the batch fecundity method for assessment of stocks of pelagic spawning fishes. Final report submitted to the Directorate-General for Fisheries (DGXIV) of the Commission of the European Communities. Study Contract No XIV/B/1-1989/2.

Seber, G.A.F. 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. Hafner Press, N.Y. 506p.

Sette, O.E. 1943. Biology of the Atlantic mackerel (Scomber scombrus) of North America. Part I. Early life history including the growth, drift, and mortality of the egg and larval population. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 50: 149-237.

Simpson, A.C. 1971. Diel spawning behavior in populations of plaice, dab, sprat, and pilchard. J. Cons. 34: 58-64.

Stauffer, G.D., and S. J. Picquelle. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the subpopulation of northern anchovy. Natl. Mar. Fish. Serv., Southwest Fish. Cent., LaJolla, CA, Admin. Rep. LJ-80-09, 41 p.

Walsh, M., and A.D.F. Johnstone. 1992. Spawning behaviour and diel periodicity of egg production in captive Atlantic mackerel, Scomber scombrus L. J. Fish Biol. 40:939-950.

Watson, J.J., Priede, I.G., Witthames, P.R., and A. Owori-Wadunde. 1992. Batch fecundity of Atlantic mackerel, Scomber scombrus L. J. Fish Biol. 40: 591-598.

Worley, L.G. 1933. Development of egg of the mackerel at different constant temperatures. J. Gen. Physiol., 16: 841-852.

Tableau 1. Statistiques générales concernant les échantillons de maquereau récoltés en 1991 dans la Baie des Chaleurs pour l'étude de la fécondité en lots (longueur en mm et poids en g).

DATE	HEURE	VARIABLE	N	MALE				FEMELLE				
				Min.	Moyenne	Max.	E.T.	N	Min.	Moyenne	Max.	E.T.
91-06-18	21:00	Longueur	37	311.00	342.22	394.00	21.26	33	316.00	343.91	386.00	19.44
		Poids	40	298.90	413.74	624.00	85.72	34	266.80	379.09	566.70	80.84
		Poids-Gonades	40	11.76	37.08	75.60	16.42	32	26.83	51.93	79.04	13.50
	23:00	Longueur	29	308.00	333.90	377.00	16.19	27	313.00	332.19	374.00	12.06
		Poids	30	286.00	381.79	521.80	54.15	30	260.30	327.53	453.00	40.03
		Poids-Gonades	30	10.59	28.06	49.75	8.71	29	26.14	42.96	79.14	11.73
91-06-19	05:00	Longueur	24	320.00	340.17	380.00	14.79	35	312.00	340.29	397.00	19.40
		Poids	24	347.00	416.09	638.10	73.75	35	269.30	349.29	578.90	70.90
		Poids-Gonades	24	14.82	35.32	68.70	12.98	35	28.32	51.79	96.07	16.44
91-06-20	01:00	Longueur	27	322.00	356.59	395.00	23.16	7	320.00	361.86	404.00	35.83
		Poids	27	289.40	441.00	634.70	91.87	8	272.50	448.64	628.60	132.67
		Poids-Gonades	26	10.32	24.51	59.48	11.13	8	20.51	60.40	89.48	25.42
	04:00	Longueur	50	310.00	353.10	399.00	25.85	40	315.00	353.68	405.00	24.53
		Poids	51	300.40	459.70	665.20	104.00	40	274.40	425.24	618.20	90.44
		Poids-Gonades	50	4.71	27.11	74.59	14.29	40	15.13	39.70	78.57	13.93
	07:00	Longueur	11	317.00	348.36	384.00	23.09	9	318.00	357.22	395.00	24.98
		Poids	11	324.10	438.45	592.40	90.62	9	284.30	439.19	568.70	96.87
		Poids-Gonades	11	7.29	24.85	66.93	16.03	9	30.16	41.51	56.64	10.24

Tableau 1. (suite).

DATE	HEURE	VARIABLE	N	MALE				FEMELLE				
				Min.	Moyenne	Max.	E.T.	N	Min.	Moyenne	Max.	E.T.
91-06-21	01:00	Longueur	16	309.00	331.06	362.00	16.81	63	311.00	327.03	361.00	10.77
		Poids	16	308.70	377.55	488.60	55.08	63	250.00	321.35	443.20	43.64
		Poids-Gonades	16	18.20	30.60	44.20	6.82	59	15.96	49.20	100.47	16.99
	03:00	Longueur	9	321.00	343.67	390.00	23.98	79	310.00	328.33	382.00	11.70
		Poids	9	316.80	416.66	595.90	99.16	78	250.90	344.46	588.90	54.84
		Poids-Gonades	9	17.00	32.43	52.43	13.22	74	20.93	44.85	86.85	14.72
	07:00	Longueur	41	313.00	340.80	395.00	21.25	83	317.00	338.11	400.00	19.64
		Poids	41	314.50	403.32	657.90	75.77	84	286.50	387.83	610.70	67.21
		Poids-Gonades	41	17.31	33.67	72.12	10.32	82	20.09	50.77	85.07	14.42
91-06-22	09:00	Longueur	10	305.00	336.00	390.00	28.77	18	313.00	331.39	386.00	20.19
		Poids	10	237.20	370.42	637.80	126.50	18	270.80	337.12	514.80	68.50
		Poids-Gonades	10	7.13	21.69	66.83	17.65	17	15.78	39.39	61.45	13.87
	14:00	Longueur	11	315.00	354.45	388.00	27.97	8	318.00	350.13	398.00	33.89
		Poids	11	290.80	442.26	563.90	101.28	8	287.40	387.11	524.50	99.48
		Poids-Gonades	11	0.49	24.41	35.29	10.28	7	38.82	57.66	94.52	22.99
	17:30	Longueur	23	304.00	329.74	385.00	21.61	39	311.00	329.41	399.00	16.28
		Poids	23	240.40	355.16	600.40	89.55	39	229.20	314.85	559.70	59.55
		Poids-Gonades	23	3.13	15.28	53.17	10.76	37	13.55	35.81	81.81	13.69

Tableau 1. (suite).

DATE	HEURE	VARIABLE	N	MALE				FEMELLE				
				Min.	Moyenne	Max.	E.T.	N	Min.	Moyenne	Max.	E.T.
91-06-24	9:00	Longueur	4	331.00	359.50	390.00	28.90	9	320.00	333.78	346.00	10.83
		Poids	4	353.10	460.78	588.20	111.30	9	274.50	332.58	401.30	42.01
		Poids-Gonades	4	10.75	25.48	41.65	15.04	9	21.46	41.17	57.59	13.56
	12:45	Longueur	1	-	328.00	-	-	10	322.00	350.80	395.00	28.35
		Poids	1	-	360.20	-	-	10	282.30	398.41	638.60	113.40
		Poids-Gonades	1	-	25.25	-	-	10	20.07	38.83	65.27	16.22
91-06-25	9:00	Longueur	73	304.00	347.89	409.00	29.01	61	307.00	359.25	409.00	31.97
		Poids	74	256.70	416.42	696.30	123.37	61	252.00	447.98	844.30	154.66
		Poids-Gonades	74	4.27	18.11	59.46	11.08	61	9.90	34.66	94.89	17.38
	12:00	Longueur	31	306.00	344.90	393.00	27.04	23	313.00	346.87	395.00	27.63
		Poids	31	253.80	406.46	641.60	108.17	23	258.10	393.65	656.70	113.86
		Poids-Gonades	31	7.39	20.28	51.05	10.60	23	15.68	38.46	66.26	14.04
	15:00	Longueur	64	308.00	342.52	405.00	27.44	41	312.00	353.07	407.00	29.77
		Poids	65	249.20	392.89	667.20	117.25	41	240.90	406.24	635.50	120.14
		Poids-Gonades	65	2.05	17.14	49.82	9.32	41	10.71	33.83	83.35	16.54
	19:00	Longueur	70	296.00	348.40	406.00	30.65	84	305.00	353.50	408.00	31.99
		Poids	70	245.70	425.04	680.90	133.81	86	250.50	422.89	730.20	144.55
		Poids-Gonades	70	2.31	17.52	54.45	10.92	86	11.16	32.35	87.62	13.66

Tableau 2. Proportions relatives (%) par tranche de deux heures des oeufs de maquereau des stades 1 à 4.

Année	Trajet	Stade	Période de 2 heures											
			0:00 - 1:59	2:00 - 3:59	4:00 - 5:59	6:00 - 7:59	8:00 - 9:59	10:00 - 11:59	12:00 - 13:59	14:00 - 15:59	16:00 - 17:59	18:00 - 19:59	20:00 - 21:59	22:00 - 23:59
1991	1	1	60.7761	63.4593	66.6309	65.3863	49.2259	69.2136	85.6328	68.4268	79.3462	75.3792	67.9757	62.1444
		2	16.9458	4.1131	10.5001	6.6447	8.2309	4.5344	4.9633	9.1912	1.4016	9.6034	15.7903	8.1517
		3	16.0332	28.8331	20.2343	24.0431	33.0719	22.3252	7.4625	17.9733	17.5123	13.0363	15.1787	26.3974
		4	6.2672	3.5943	2.6346	3.9259	9.4711	3.9269	1.9415	4.4088	1.9401	1.9805	1.0552	3.3066
1990	1	1	68.8367	57.2410	59.9505	55.3896	61.7644	84.1395	56.5570	76.5234	71.3016	70.5996	63.7004	52.7453
		2	22.9445	24.0018	24.8934	10.6326	11.4292	7.9439	11.2642	13.8406	12.3330	6.2112	14.8899	22.7198
		3	7.8073	16.1846	19.6869	16.8691	12.8213	6.4583	23.4673	6.5626	12.8497	13.4459	15.9055	20.6852
		4	0.4115	2.5727	2.4694	17.1087	13.9853	1.4583	7.7114	3.0734	3.5151	9.7423	5.5042	3.8499
	2	1	66.8441	54.1429	48.1619	59.5605	46.9536	47.6953	53.4921	36.0058	53.0596	54.3986	66.8232	48.8651
		2	11.6259	11.8245	16.2986	14.9017	13.8625	25.1420	15.5366	20.3215	22.4468	24.9196	12.6939	20.0166
		3	17.7929	23.7109	27.3553	18.3498	19.8905	19.7137	20.9674	34.2374	14.5398	11.9466	16.5624	25.1185
		4	3.7371	10.3218	8.1841	7.1878	19.2935	7.4490	10.0038	9.4352	9.9539	8.7351	3.9204	5.9997
1989	1	1	41.9637	31.9699	58.5046	59.8918	68.6089	70.6500	56.4870	41.4999	34.6680	43.7227	50.5254	53.6965
		2	22.6358	25.4921	14.2452	11.5810	6.4016	13.6483	21.0097	18.6991	10.3628	9.4638	13.5305	16.7709
		3	26.0623	25.9021	9.5488	21.8358	16.0566	9.8223	19.6192	27.1849	50.5825	27.6774	25.4876	19.0415
		4	9.3387	16.6357	17.7014	6.6913	8.9329	5.8794	2.8842	12.6160	4.3868	19.1364	10.4565	10.4911
	2	1	44.6117	46.4121	47.4935	57.1886	37.8408	37.6216	47.9544	59.1187	40.9180	51.5243	56.9770	44.7385
		2	13.2177	10.2725	11.4819	16.8865	13.8553	7.6364	14.4330	5.9037	12.6354	21.3336	13.2196	13.4463
		3	29.8529	32.7802	28.665	15.3554	45.4891	32.8769	25.3476	25.02	29.8791	21.5401	21.2945	30.8096
		4	12.3177	10.5353	12.5096	10.5696	2.8146	21.8651	12.2650	9.9578	16.5673	5.6021	8.5090	11.0055

Tableau 2. (suite).

Année	Trajet	Stade	Période de 2 heures											
			0:00 - 1:59	2:00 - 3:59	4:00 - 5:59	6:00 - 7:59	8:00 - 9:59	10:00 - 11:59	12:00 - 13:59	14:00 - 15:59	16:00 - 17:59	18:00 - 19:59	20:00 - 21:59	22:00 - 23:59
1988	1	1	75.5088	61.7765	56.233	64.8278	66.3586	58.7180	70.6590	72.5485	62.9028	83.5945	100	68.0610
		2	10.9287	16.1521	19.2966	15.7493	14.4368	27.6491	11.0187	11.6584	18.1813	7.2516	0	13.0253
		3	11.4670	15.9403	24.7443	15.6021	11.8543	9.6139	12.9011	9.3038	16.1616	7.5380	0	17.5389
		4	2.0956	5.1310	19.7259	3.8209	7.3506	4.0189	5.4212	6.4894	2.7540	1.6160	0	1.3751
	2	1	48.7833	38.7844	28.5729	26.3434	37.3120	67.0195	39.6970	42.9698	45.3443	46.0287	53.2905	33.2150
		2	25.1066	24.1109	26.4032	12.0227	12.9062	26.3285	32.9924	18.1919	14.4415	12.1620	17.1440	22.6543
		3	18.0069	19.5936	26.3529	37.5146	38.2312	5.7264	20.6440	25.6175	24.0922	26.0185	19.9729	28.4635
		4	8.1031	17.5111	18.6712	24.1193	11.5507	2.9256	6.6667	13.2208	16.1221	15.7906	9.5925	15.6674
1987	1	1	28.5665	47.6544	65.4580	32.0961	34.8070	25.4753	29.8420	42.7977	61.6137	54.2731	43.8010	60.7447
		2	27.4788	16.9260	7.1189	11.2321	10.5099	11.3206	19.0703	17.6485	20.2177	20.6574	21.8530	17.5232
		3	35.8837	28.6810	15.3929	34.7686	39.9589	37.5202	37.7528	27.4938	15.9241	17.0614	25.8325	21.2560
		4	8.0710	6.7382	12.0301	21.9033	14.7245	25.6837	13.3350	12.0598	2.2446	8.0082	8.5135	0.4762
	2	1	37.4547	49.3311	32.5179	39.8361	36.8932	50.3474	39.6588	26.4136	55.8463	51.1847	42.4846	21.2196
		2	22.9254	17.3363	24.5869	15.4118	34.9515	14.4086	20.4873	14.8810	13.8406	12.2582	10.4904	26.2475
		3	25.6198	20.4410	30.3882	26.6296	15.0486	22.0325	27.5690	43.1548	19.1589	19.5680	19.9704	34.3818
		4	14.0001	12.8915	12.5071	18.3726	13.1068	13.2115	12.2848	15.5506	11.1542	16.9890	27.0546	18.1512

Tableau 3. Proportions relatives (%) par tranche de une heure des oeufs de maquereau des stades 1 à 4 pour l'échantillonnage réalisé à une même station.

STADE	HEURE									
	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
1	79.8817	72.7811	73.3962	74.0113	78.4314	80.1325	81.3333	75.1515	81.8182	81.0452
2	5.3254	20.1183	20.5112	20.9040	2.6144	13.2450	13.3333	3.0303	14.7727	15.5496
3	14.7929	6.5089	5.5144	4.5198	18.9542	5.9603	5.3333	21.8182	2.2727	2.1568
4	0.0000	0.5917	0.5782	0.5649	0.0000	0.6622	0.0000	0.0000	1.1364	1.2484
	22:00	23:00	24:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00
1	80.2721	77.5641	76.6667	88.5542	70.6422	71.4286	76.0417	64.5455	81.3084	75.3247
2	16.3265	19.2308	3.3333	9.0361	2.7523	13.6364	11.4583	23.6364	2.8037	2.5974
3	2.0408	2.5641	20.0000	2.4096	26.6055	14.2857	10.4167	11.8182	15.8879	20.7792
4	1.3605	0.6410	0.0000	0.0000	0.0000	0.6493	2.0833	0.0000	0.0000	1.2987
	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
1	78.7097	68.5315	87.5912	79.9123	77.3196	86.2069	71.7949	69.1824	83.2298	84.6154
2	11.6129	13.2867	1.4599	8.6472	12.3711	7.4713	0.8547	15.0943	1.2422	8.5470
3	7.7419	16.0839	10.2190	10.3321	9.2784	5.7471	27.3504	13.2075	15.5280	5.9829
4	1.9355	2.0979	0.7299	1.1084	1.0309	0.5747	0.0000	2.5157	0.0000	0.8547
	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00			
1	81.1828	81.8182	83.8926	79.8658	71.0227	73.8318	78.1513			
2	12.3656	9.0909	4.0268	8.0537	2.2727	14.0187	9.2437			
3	4.8387	7.1429	10.7383	10.0671	26.1364	7.4766	8.4034			
4	1.6129	1.9480	1.3423	2.0134	0.5682	4.6729	4.2017			

Tableau 4. Diamètre moyen (10^{-3}mm) des ovocytes pour chaque stade de maturité chez des gonades de maquereau provenant de la Baie des Chaleurs.

MATURITÉ DES GONADES	STADE DE DÉVELOPPEMENT DES OVOCYTES	N	MOYENNE	ÉCART-TYPE	ÉTENDUE
3	1	180	101.68	33.19	22.50 - 175.00
	2	180	259.23	62.89	137.50 - 438.80
	3	180	435.22	50.08	325.00 - 625.00
	4	180	629.27	75.90	400.00 - 862.50
	5	60	731.69	62.29	600.00 - 856.30
4	1	40	94.90	33.50	25.00 - 162.50
	2	40	278.61	58.57	156.30 - 385.00
	3	40	430.48	35.60	368.80 - 512.50
	4	40	670.26	84.77	537.50 - 843.80
	5	30	885.63	144.87	612.50 - 1 150.00
5	1	180	85.03	33.51	22.50 - 162.50
	2	180	266.93	73.20	87.50 - 456.30
	3	180	435.27	50.45	306.30 - 612.50
	4	180	637.40	66.40	481.30 - 837.50
	5	180	950.88	128.76	587.50 - 1 337.50
6	1	100	92.98	31.90	31.30 - 162.50
	2	100	264.79	74.15	81.30 - 431.30
	3	100	446.10	51.83	350.00 - 625.00
	4	100	651.61	59.59	516.30 - 806.30
	5	82	1 009.41	94.76	706.30 - 1 241.30

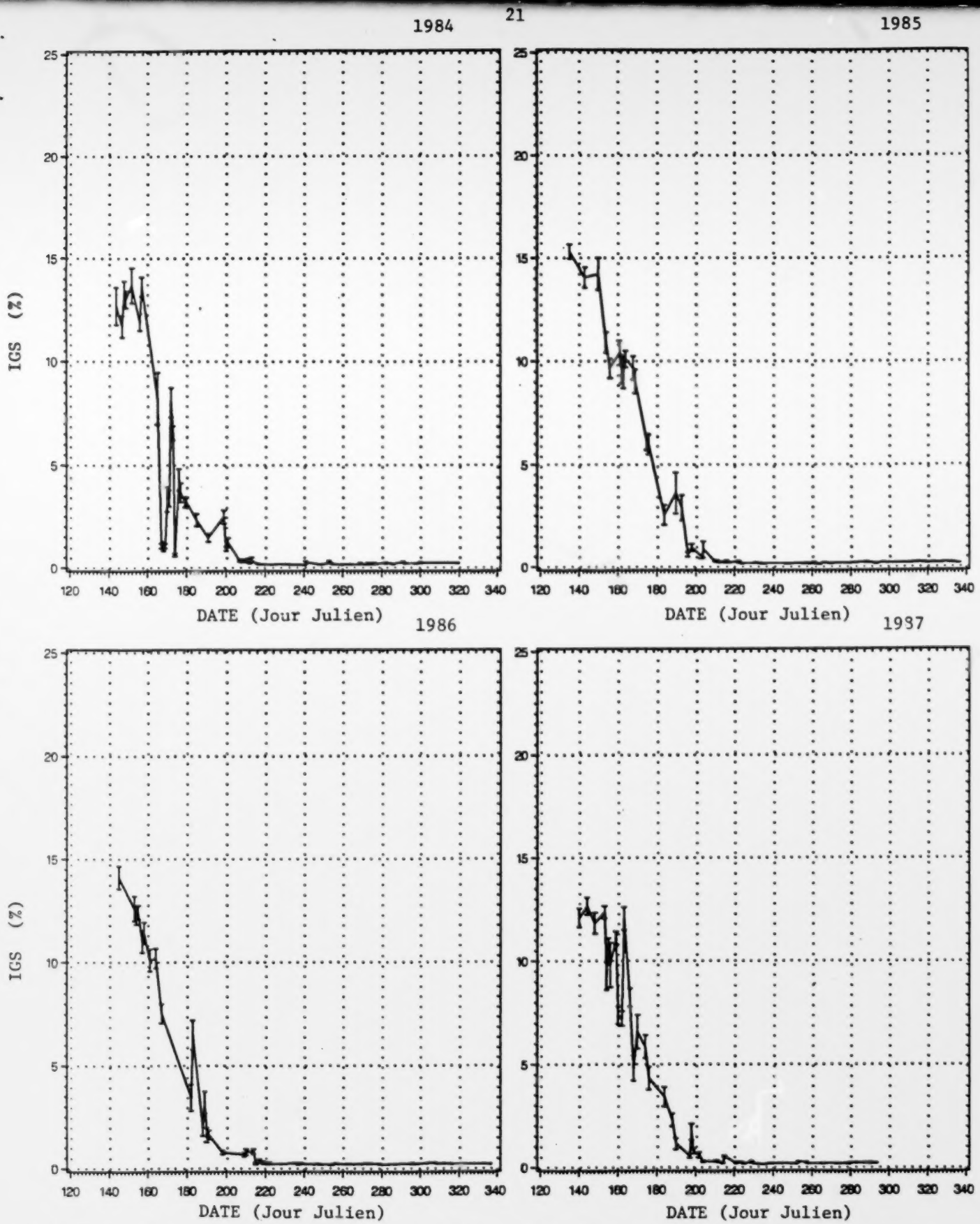

Figure 1. Changements saisonniers de l'indice gonado-somatique chez des maquereaux mâles échantillonnés entre 1984 et 1991.

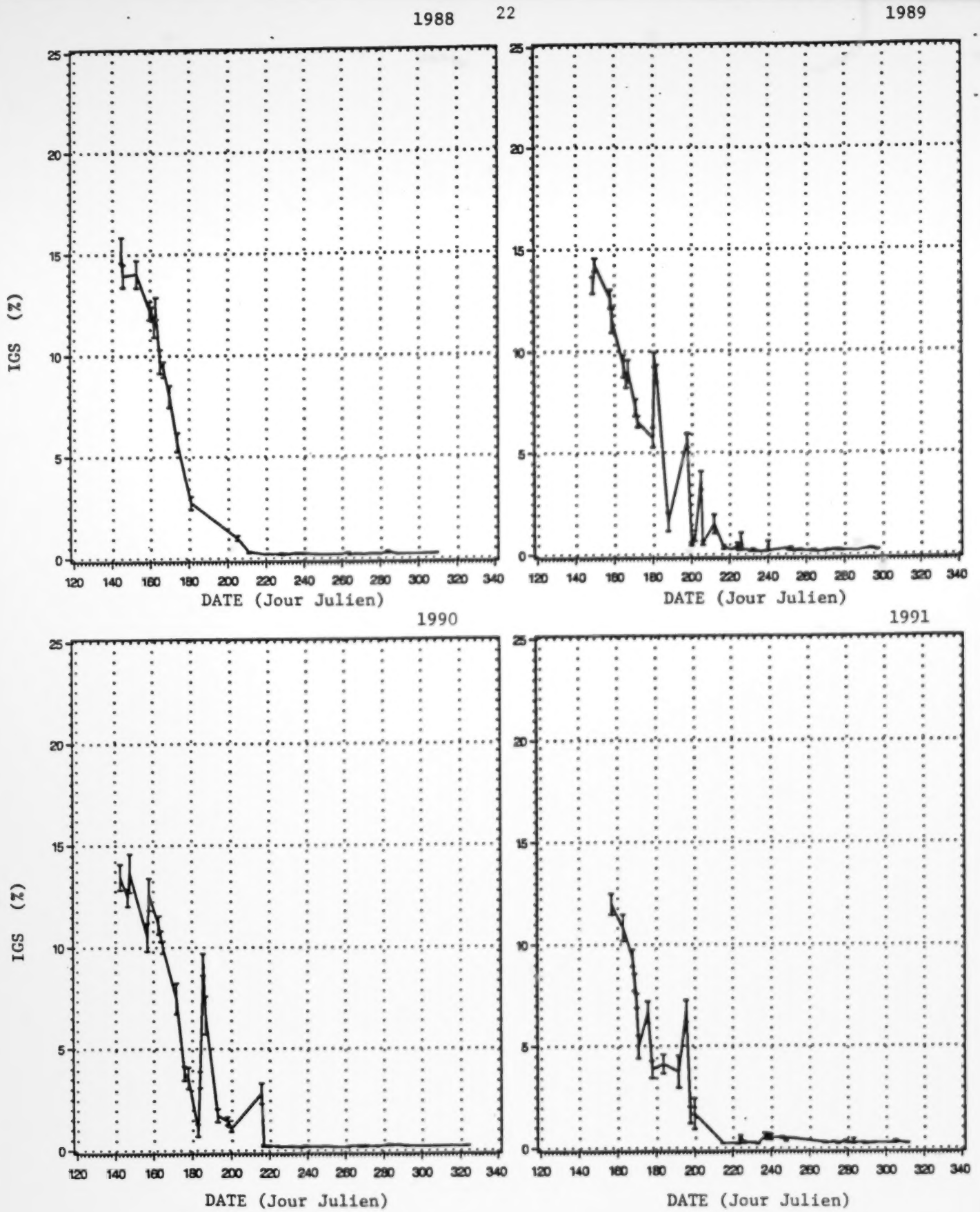

Figure 1. (suite).

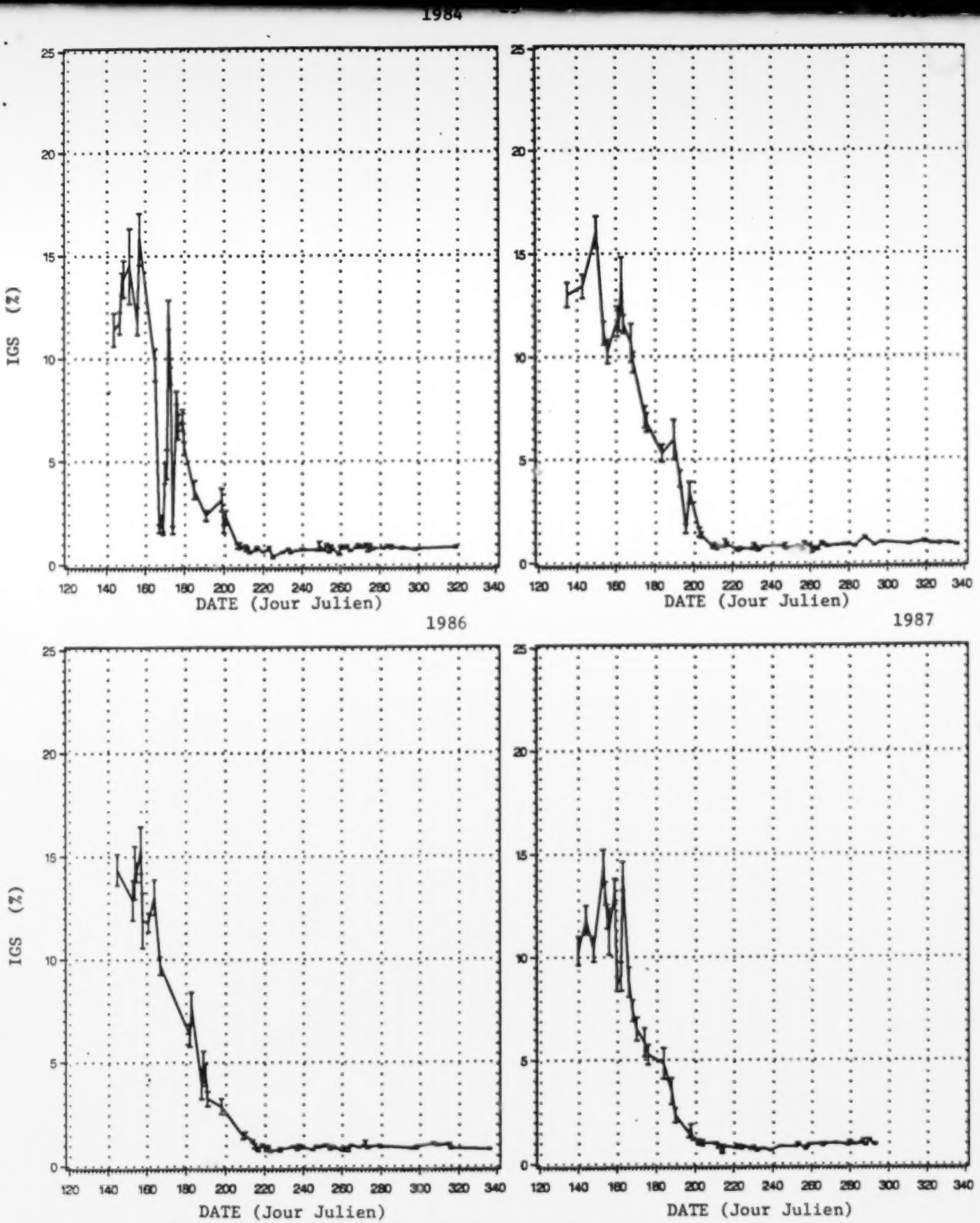

Figure 2. Changements saisonniers de l'indice gonado-somatique chez des maquereaux femelles échantillonnés entre 1984 et 1991.

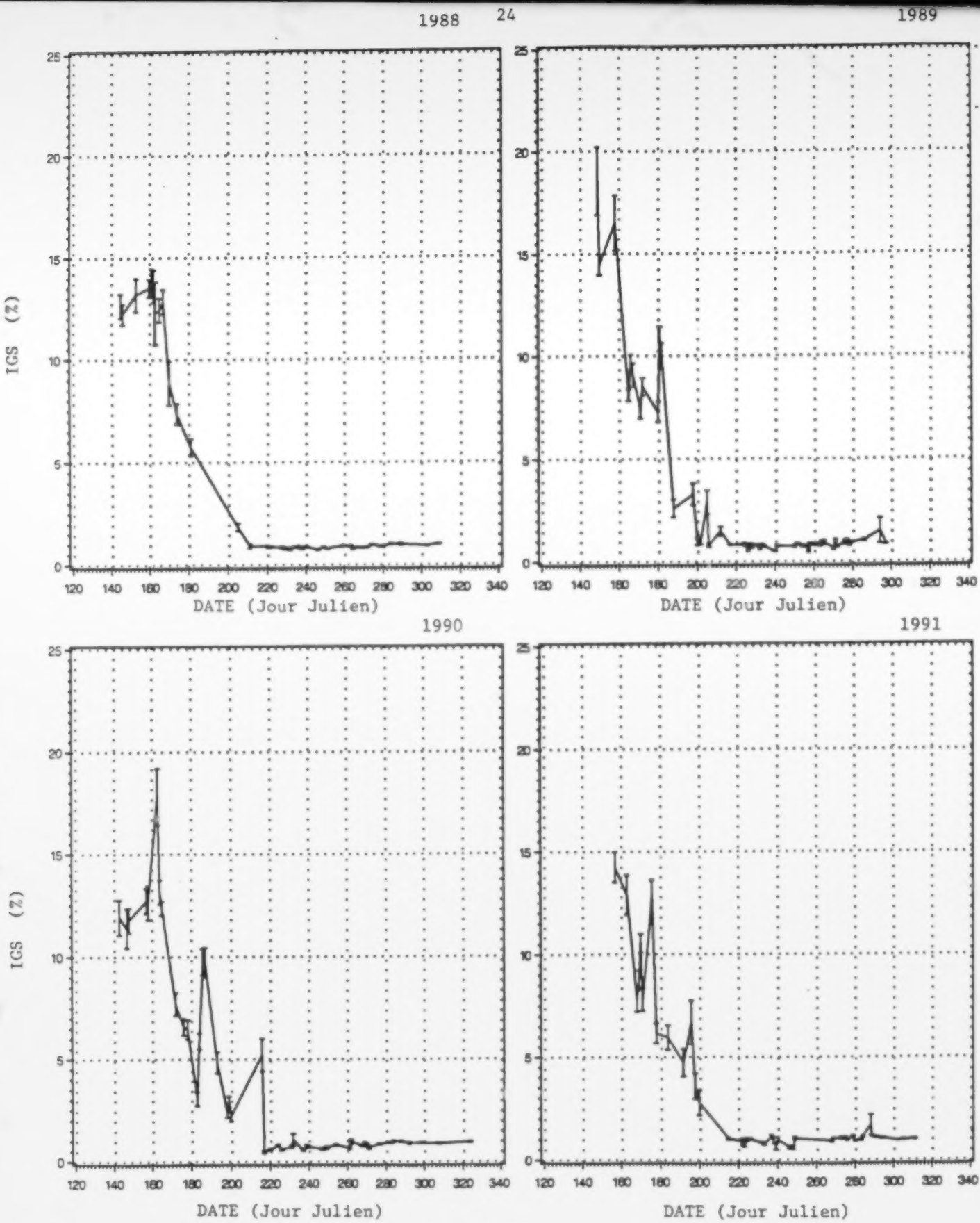

Figure 2. (suite).

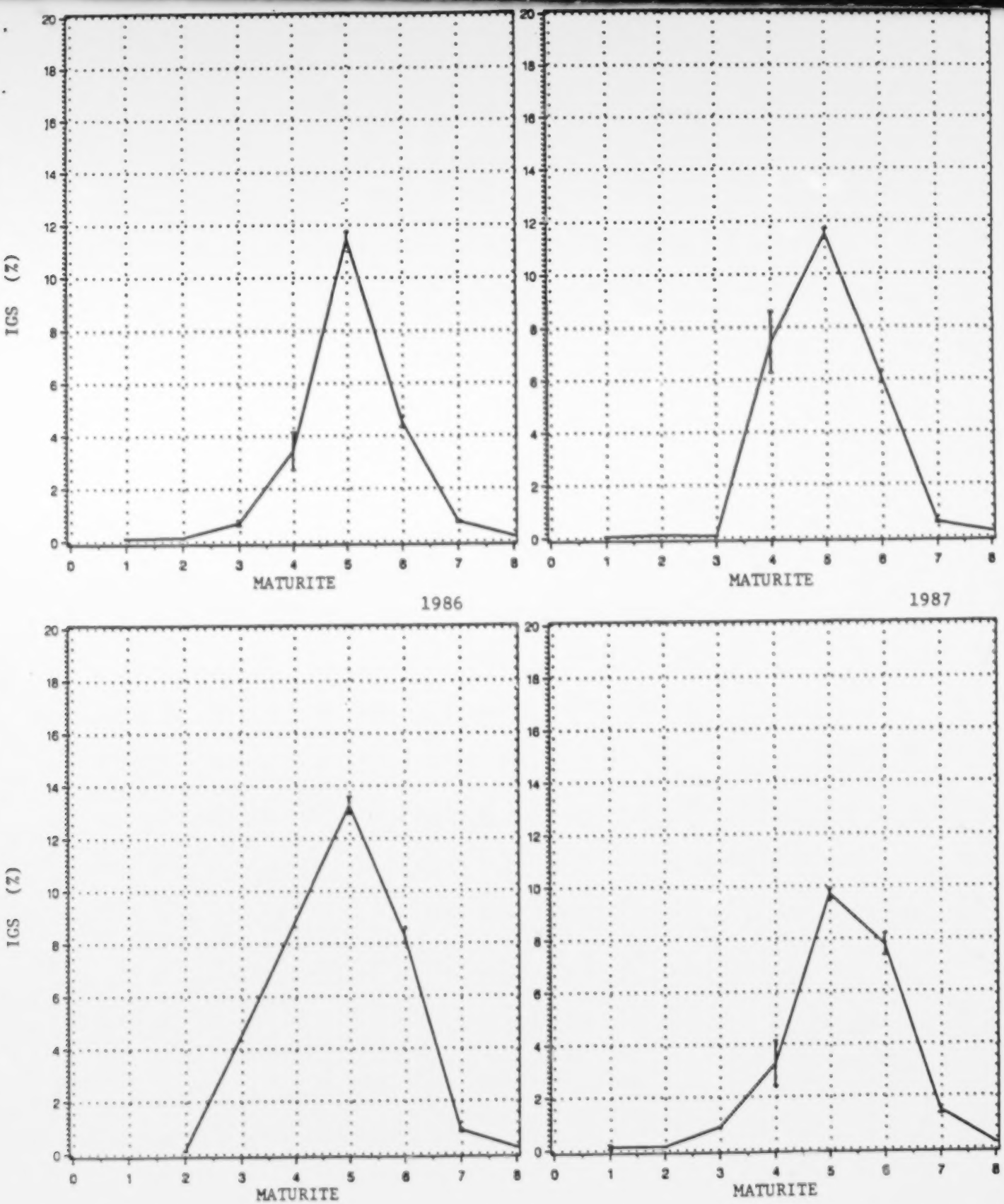

Figure 3. Valeur moyenne et écart-type de l'indice gonado-somatique calculés par stade de maturité des gonades de maquereaux mâles échantillonnés entre 1984 et 1991.

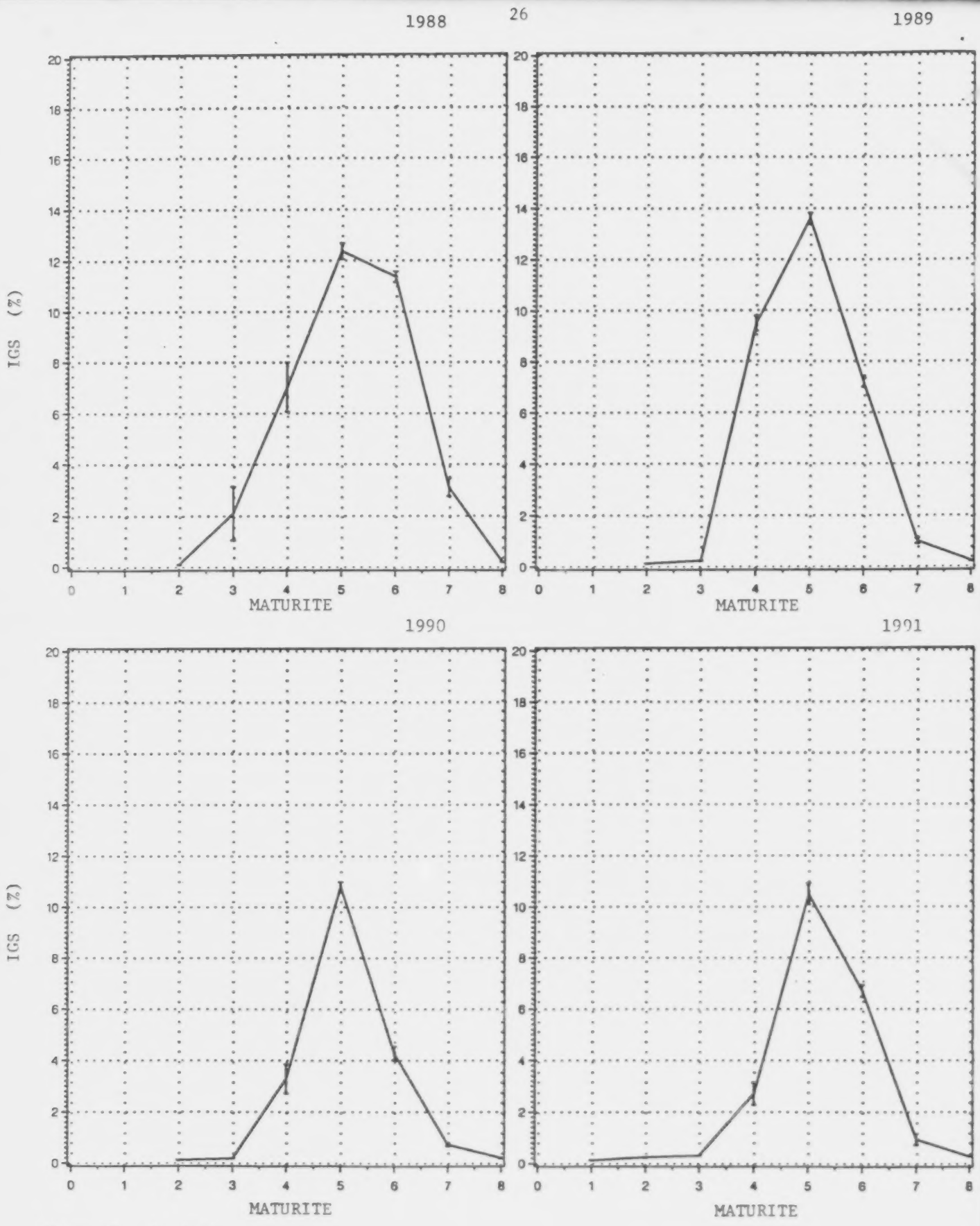

Figure 3. (suite).

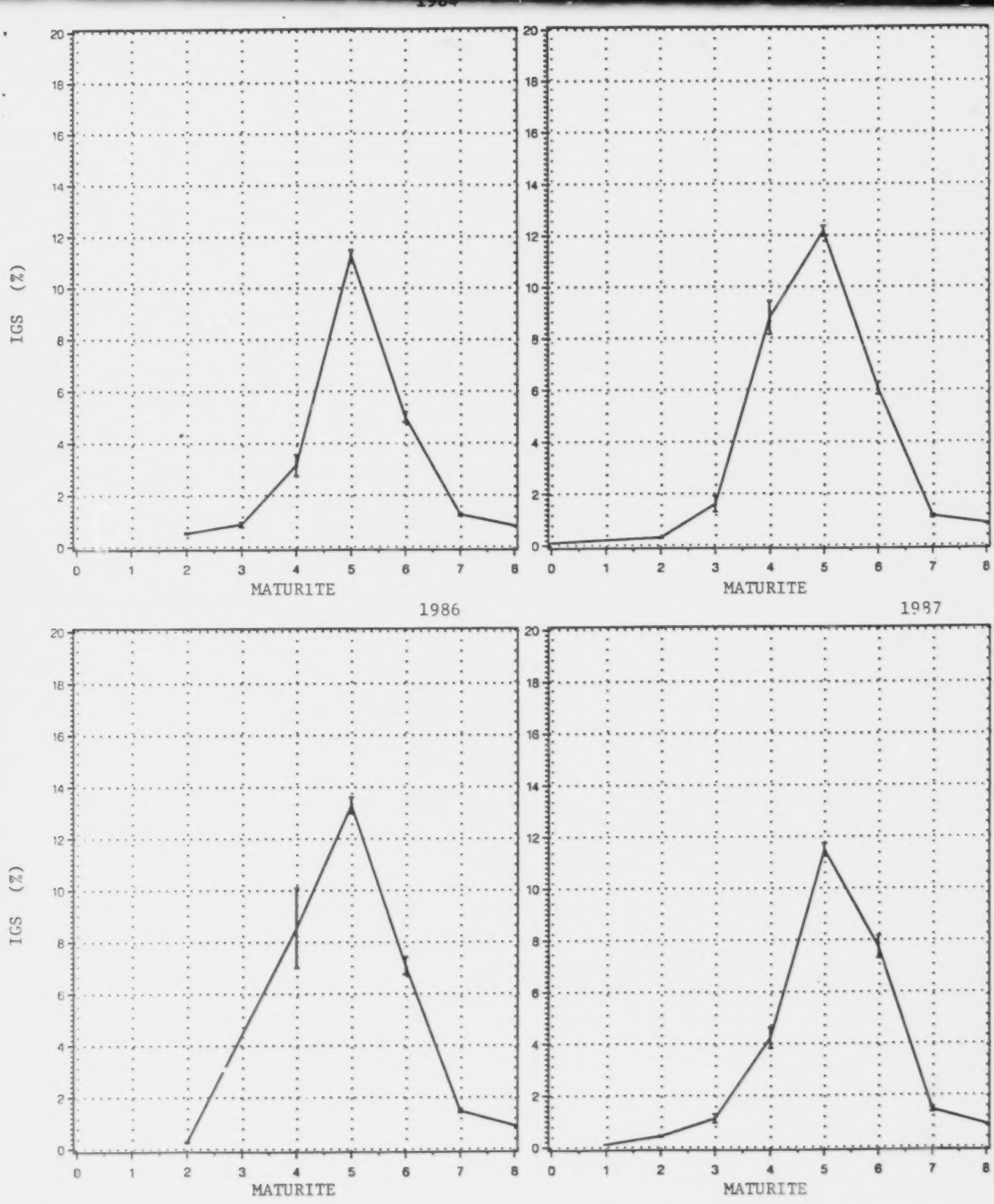

Figure 4. Valeur moyenne et écart-type de l'indice gonado-somatique calculés par stade de maturité des gonades de maquereaux femelles échantillonnés entre 1984 et 1991.

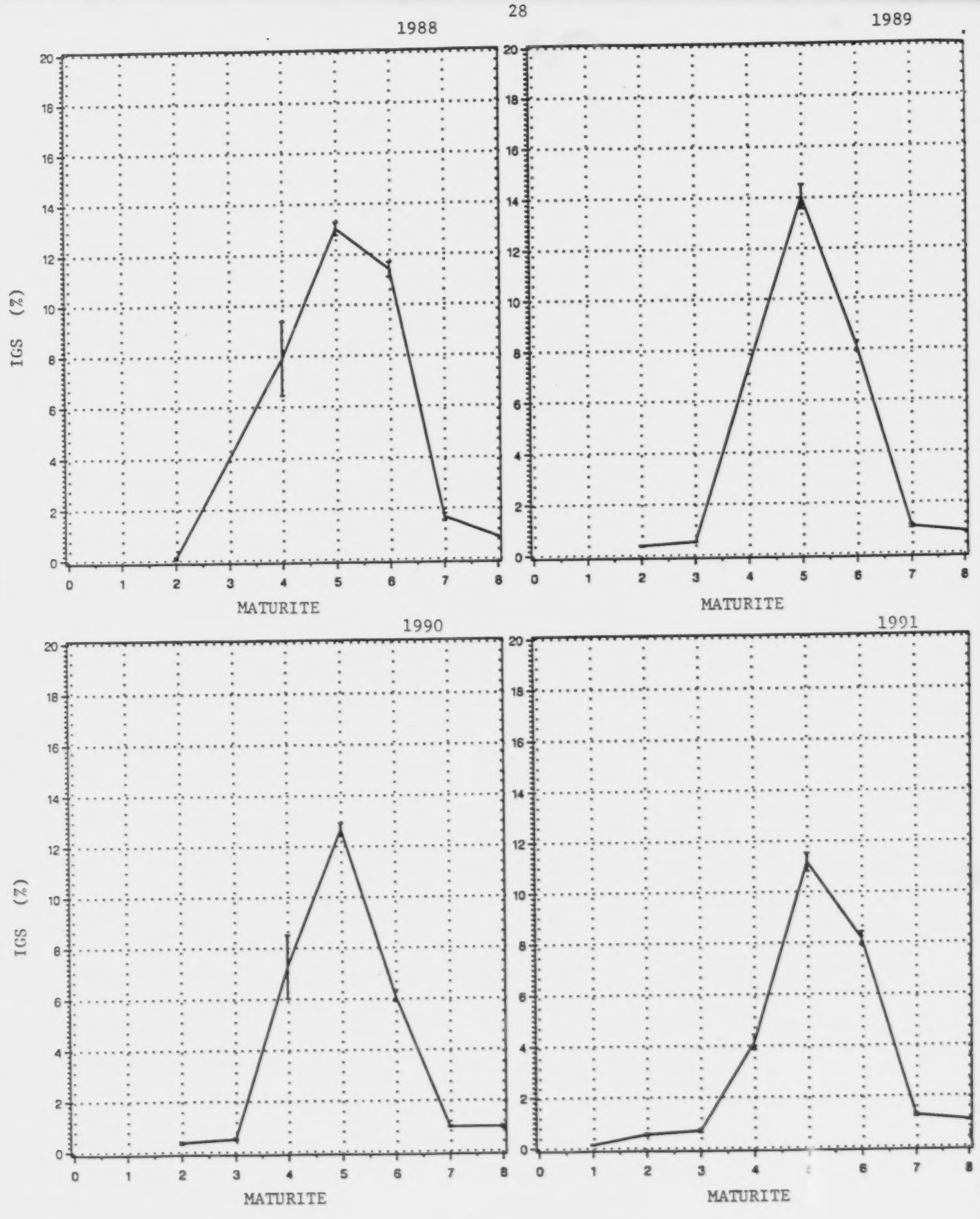

Figure 4. (suite).

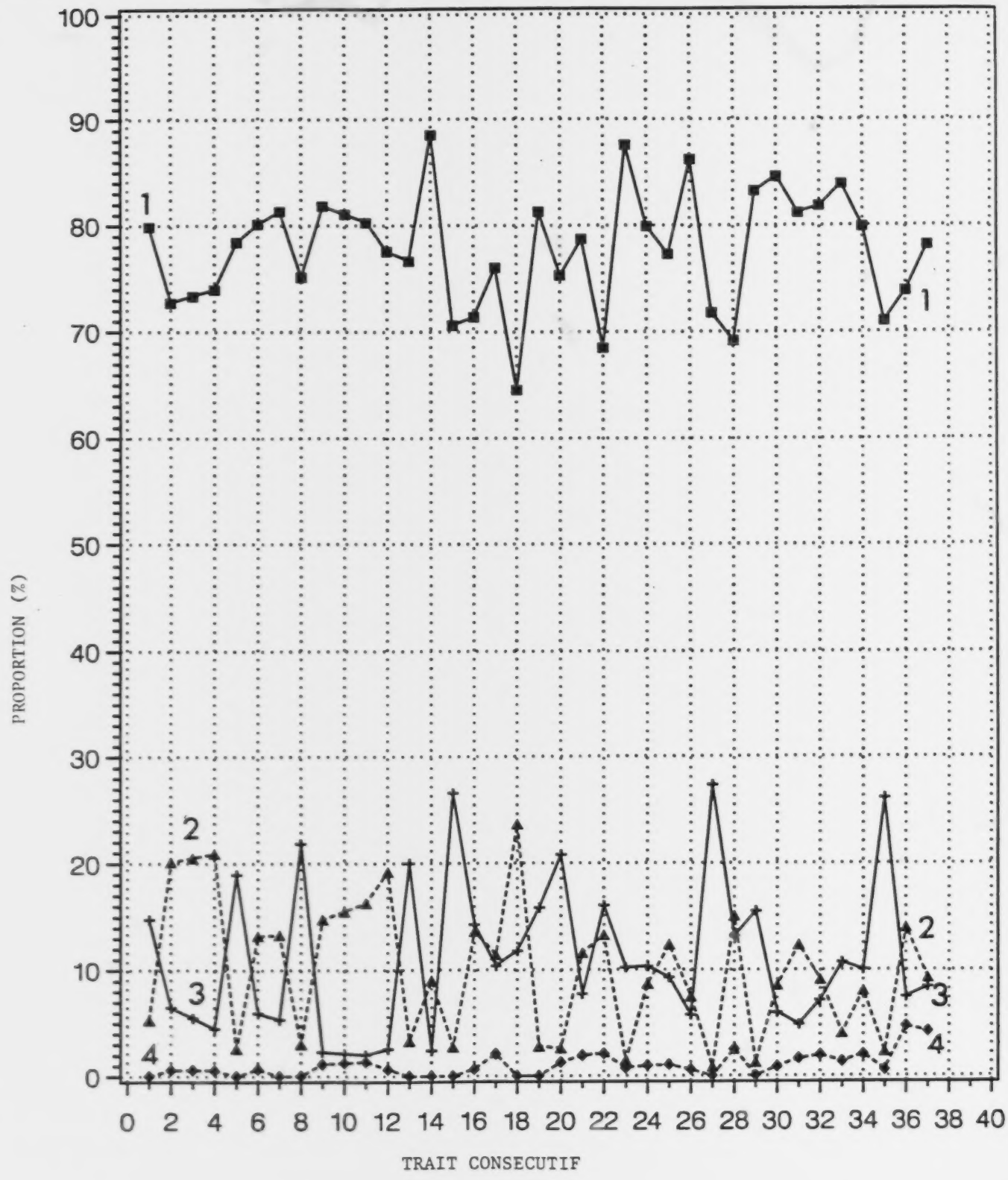

Figure 5. Proportions relatives par tranche de une heure des oeufs de maquereau des stades 1 à 4 pour l'échantillonnage réalisé à une même station (le premier trait s'est effectué à midi).

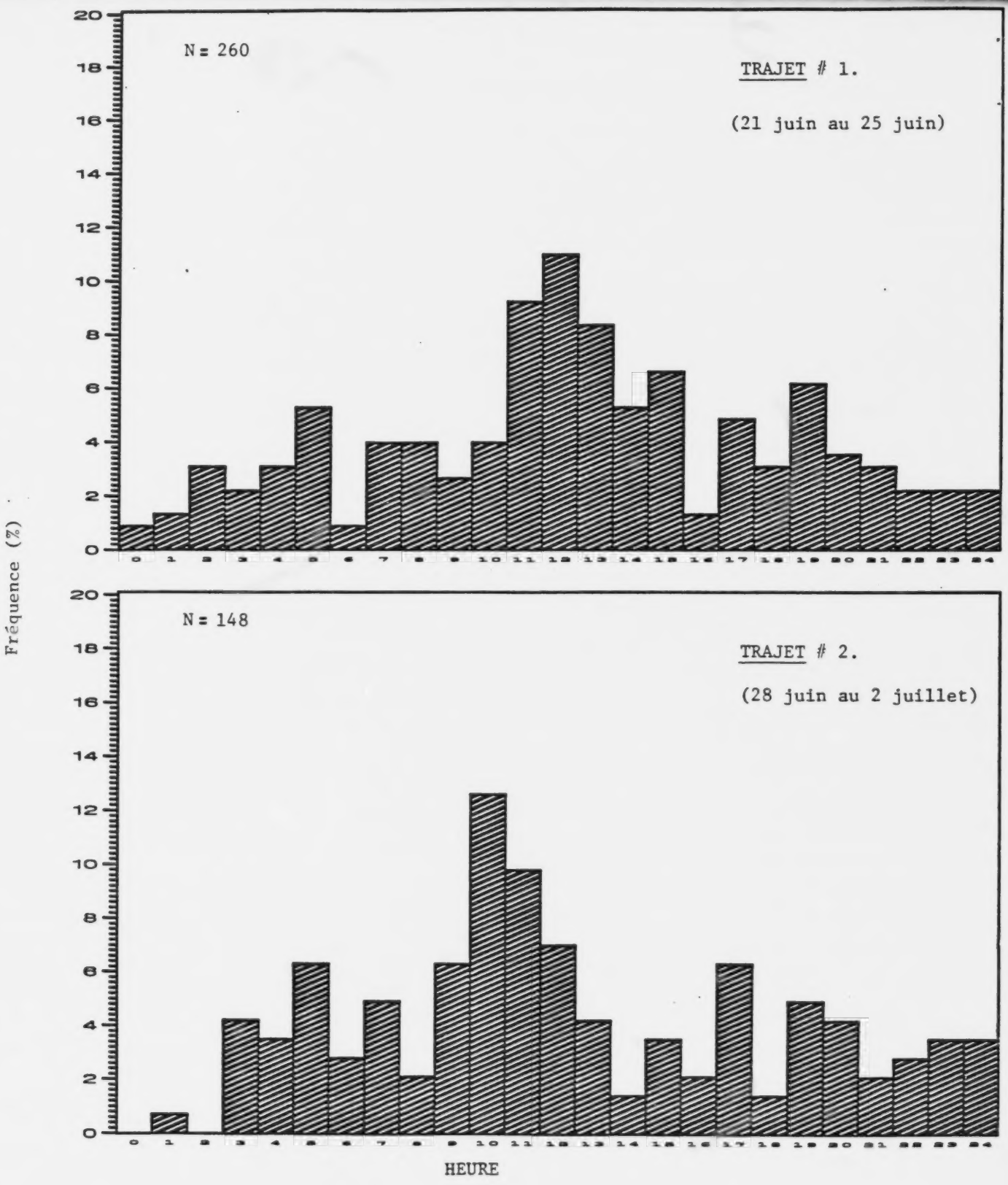

Figure 6. Distributions des heures de ponte estimées pour la croisière effectuée en 1987.

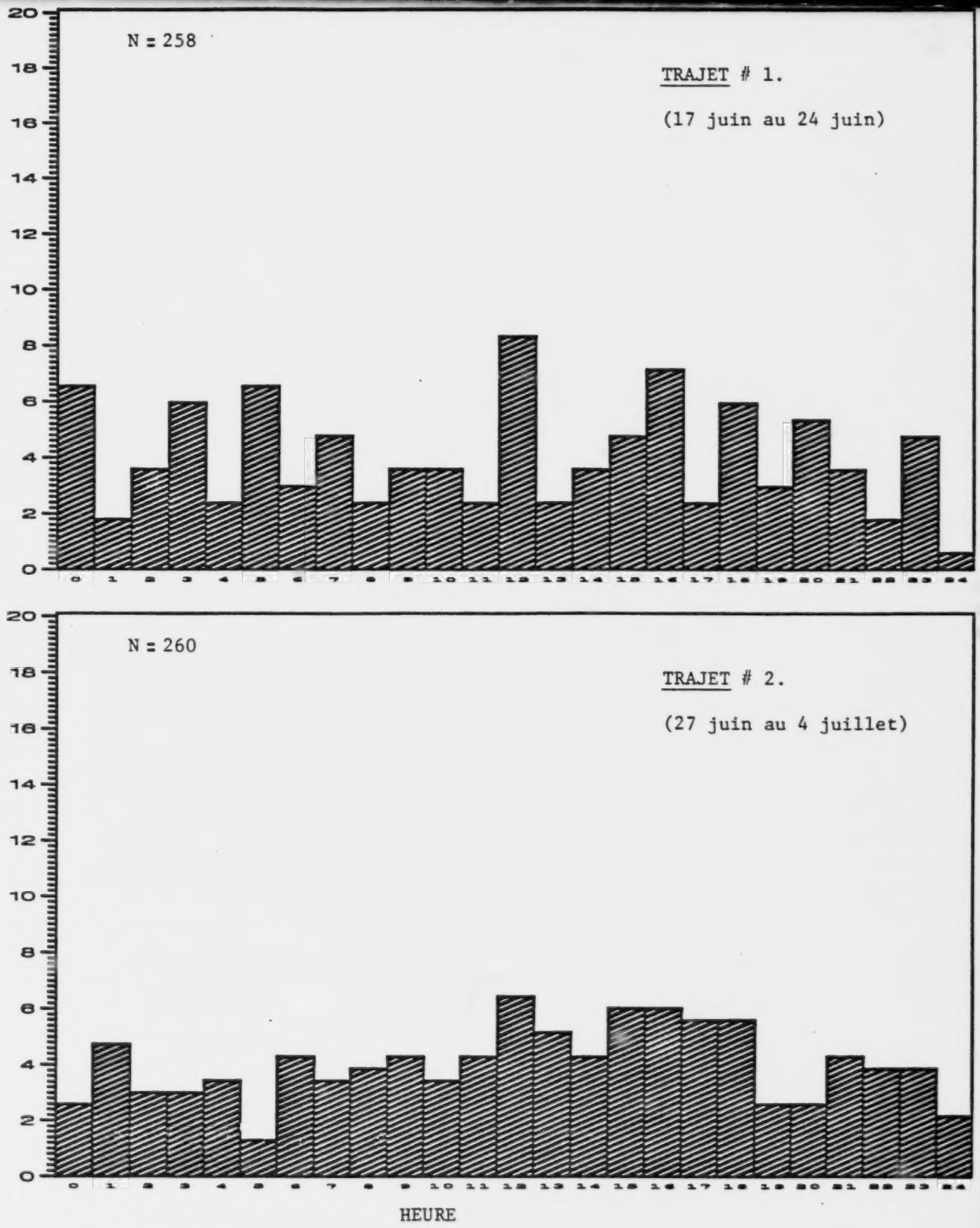

Figure 7. Distributions des heures de ponte estimées pour la croisière effectuée en 1988.

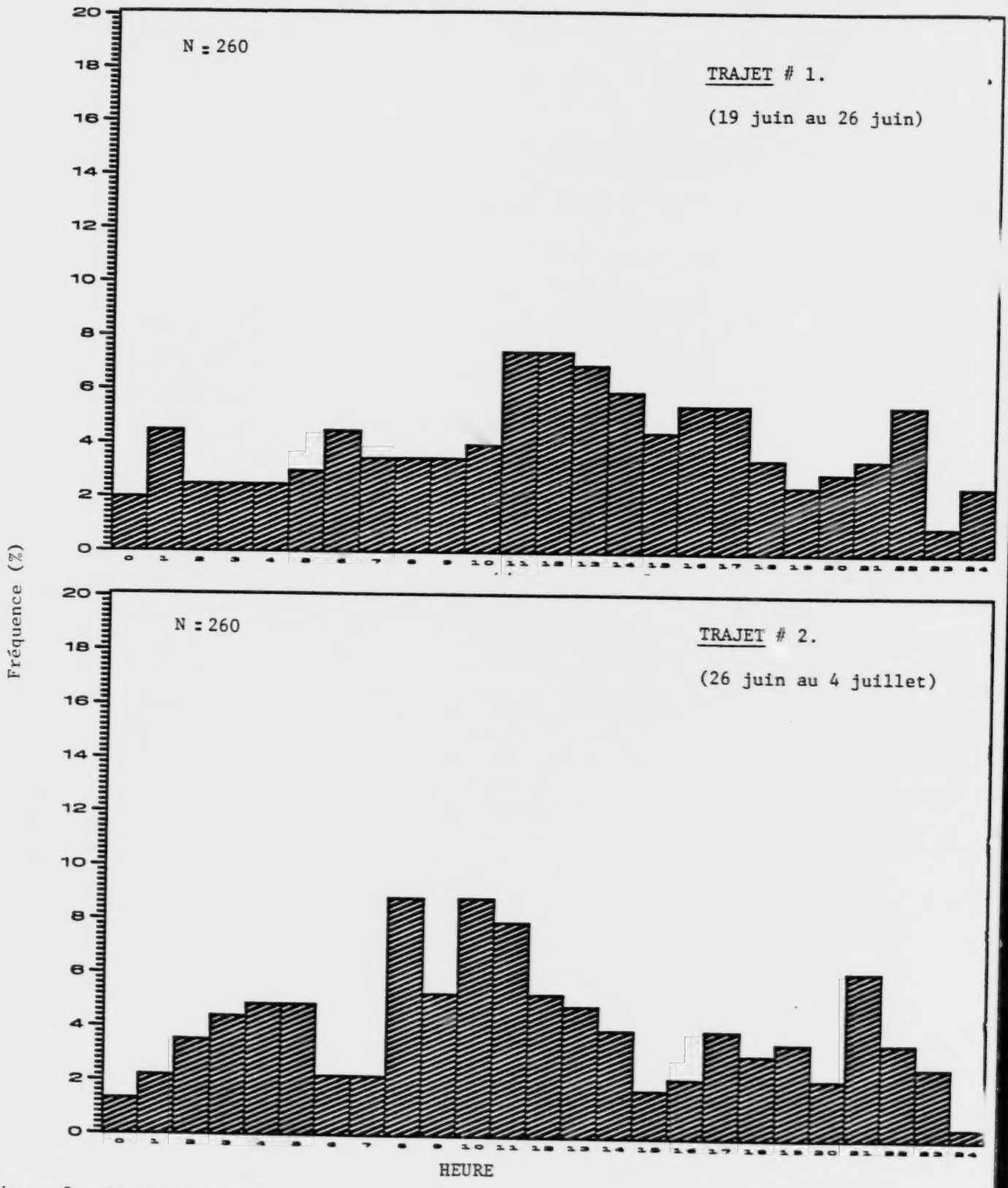

Figure 8. Distributions des heures de ponte estimées pour la croisière effectuée en 1989.

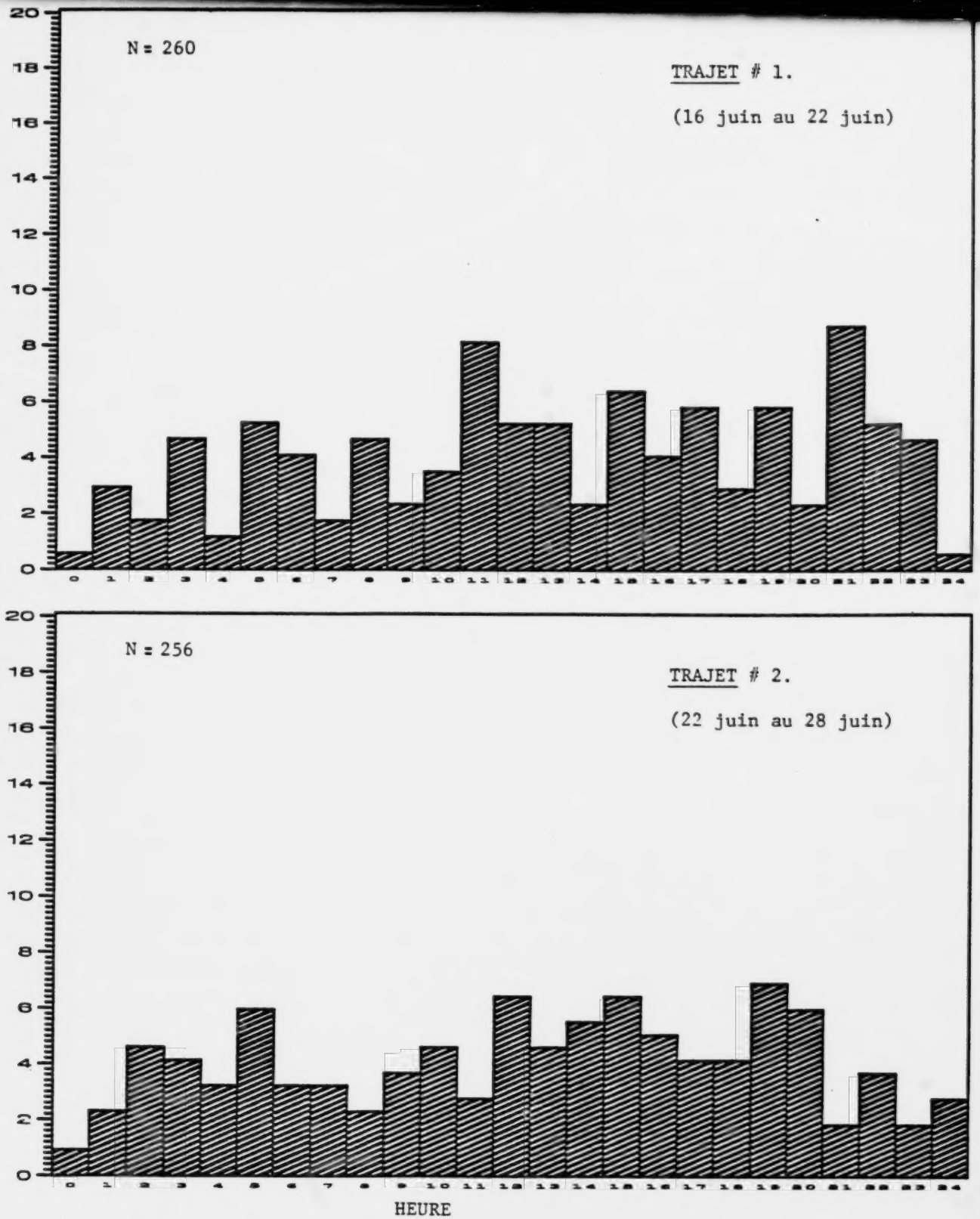

Figure 9. Distributions des heures de ponte estimées pour la croisière effectuée en 1990.

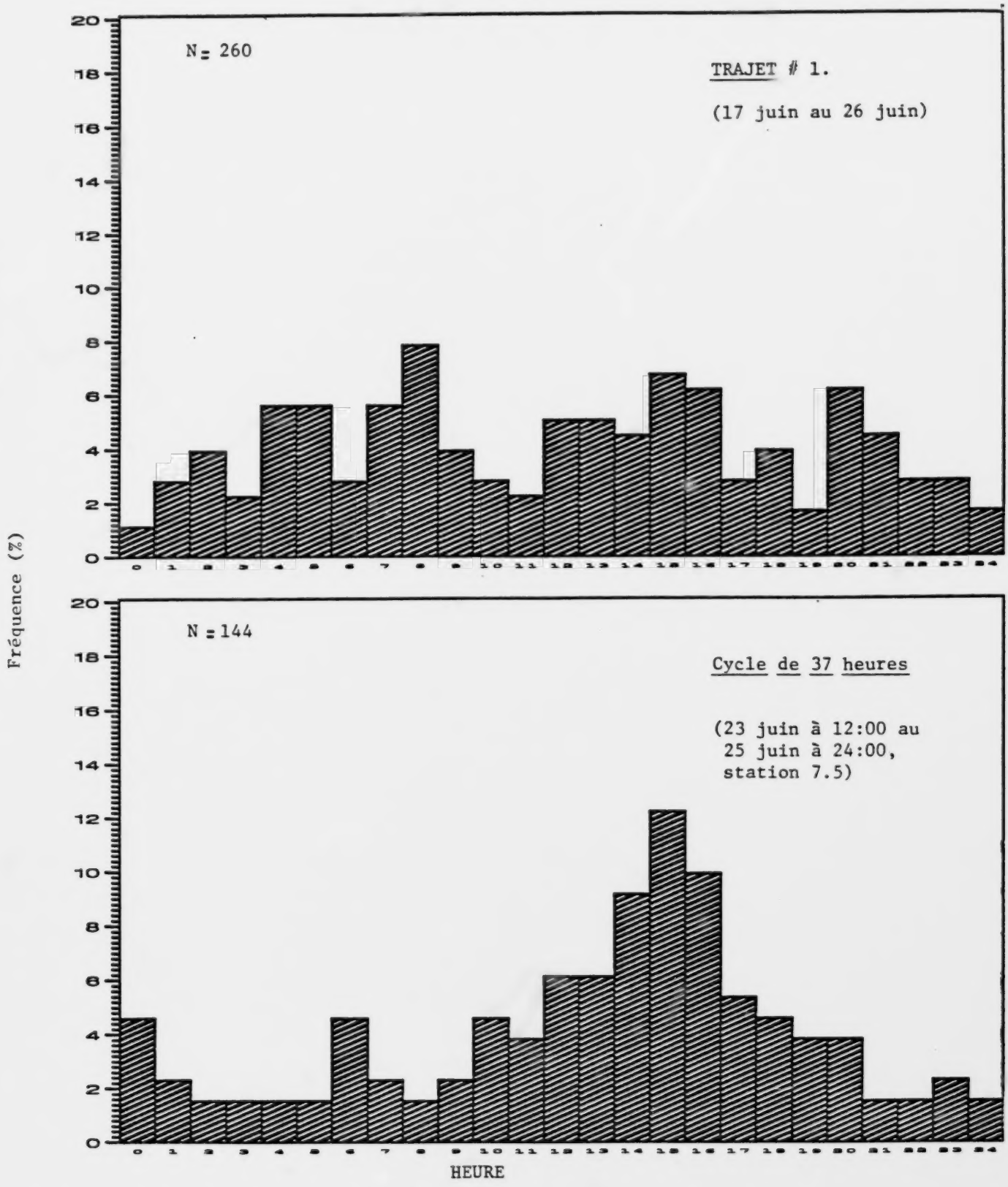

Figure 10. Distributions des heures de ponte estimées pour la croisière effectuée en 1991.

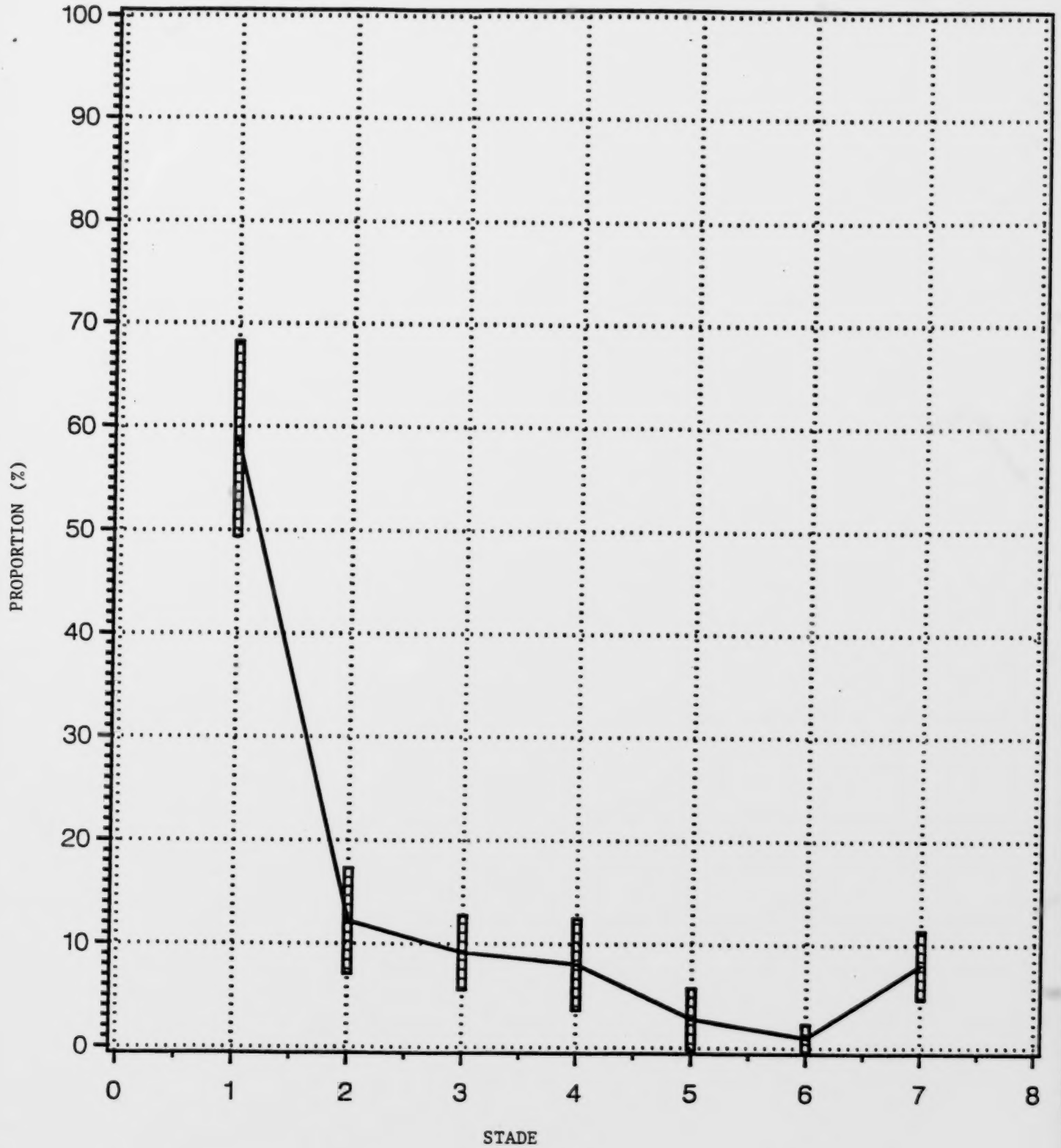

Figure 11. Proportions (%) et écart-type des différents stades d'ovocytes rencontrés dans les gonades échantillonnées en 1991 pour l'étude de la fécondité en lots.

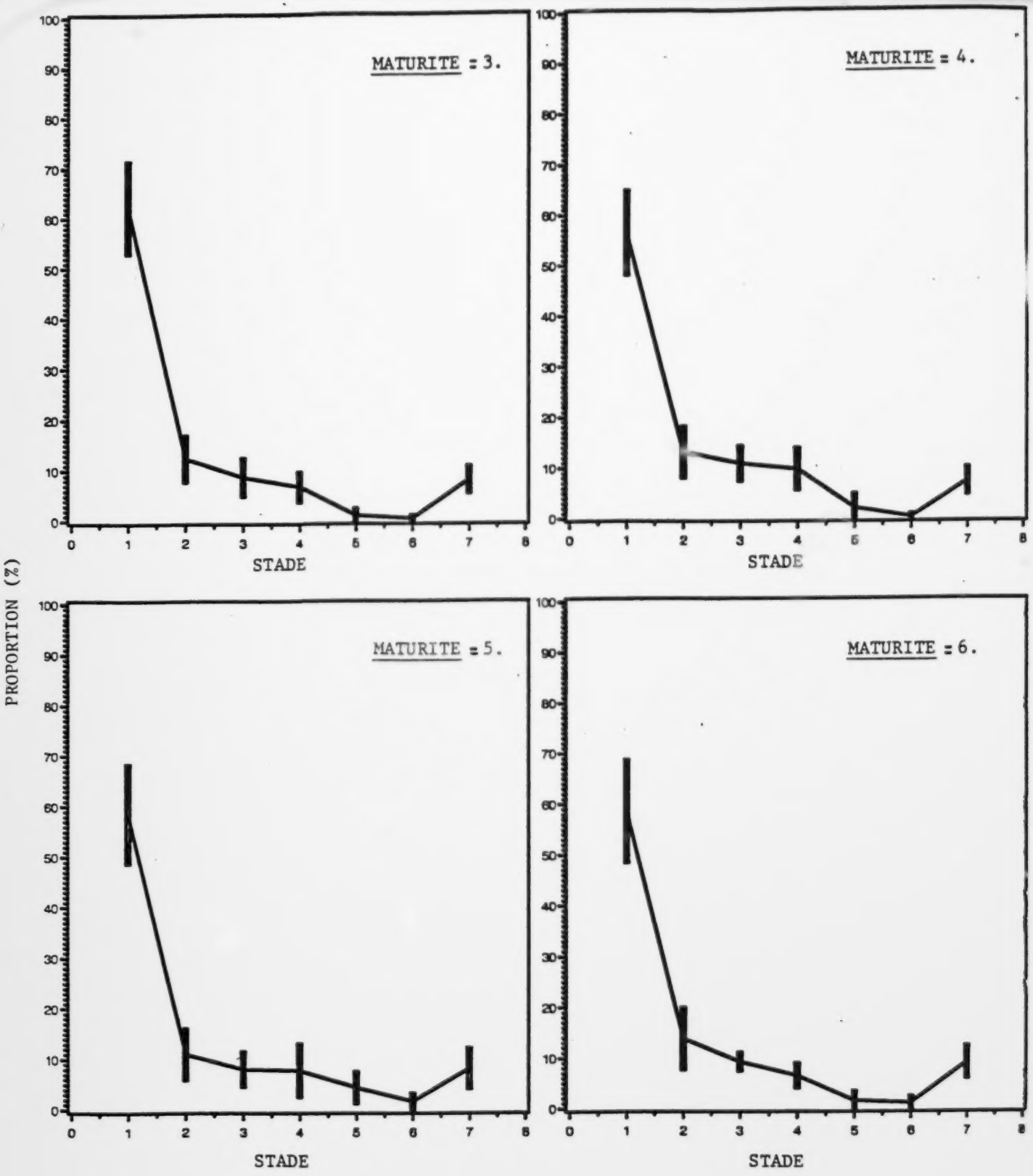

Figure 12. Proportions (%) et écart-type des différents stades d'ovocytes rencontrés pour chaque stade des gonades échantillonnées en 1991 pour l'étude de la fécondité en lots.

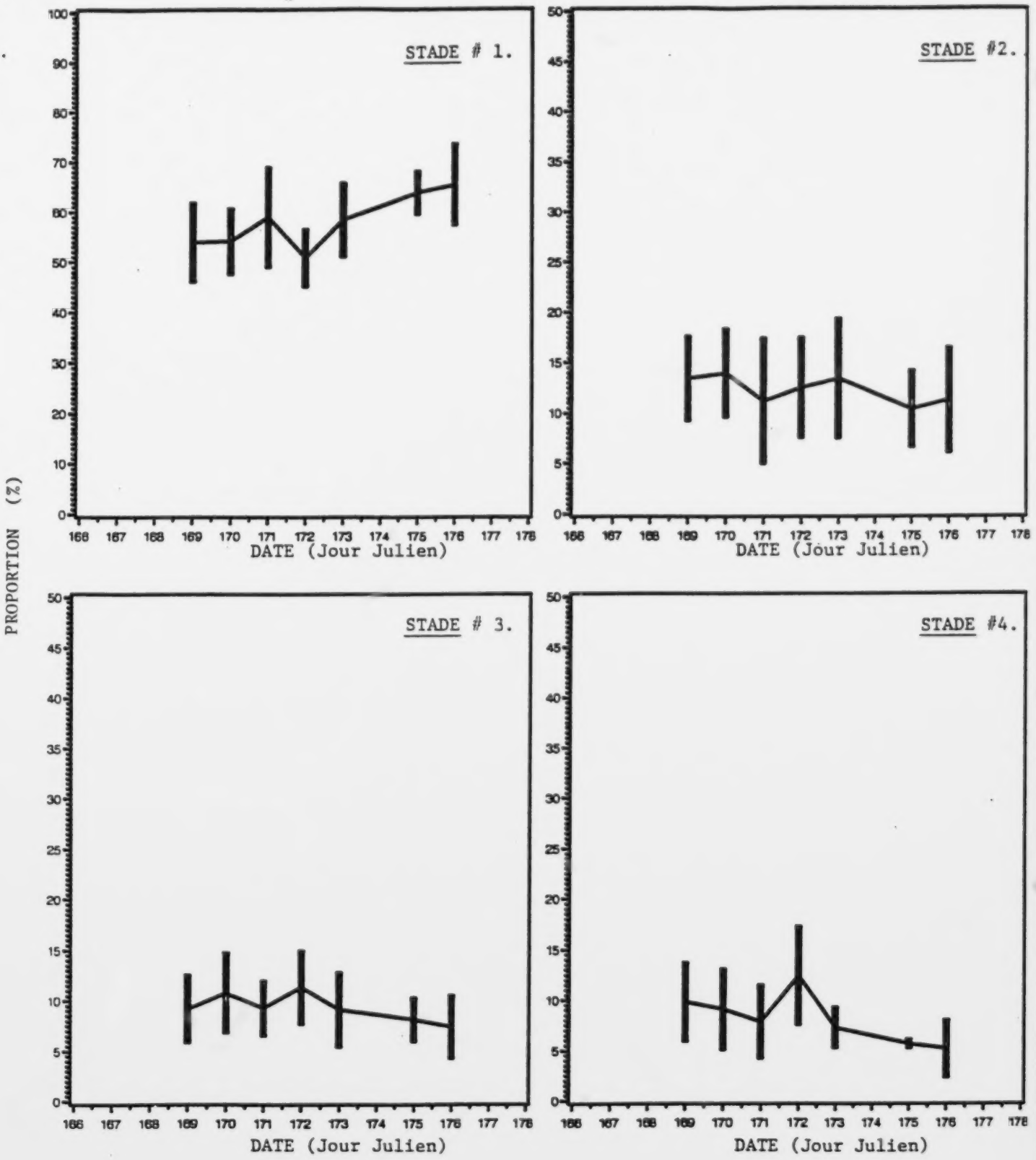

Figure 13. Changements journaliers de la proportion moyenne (%) des ovocytes des stades 1 à 7 chez les gonades échantillonnées en 1991.

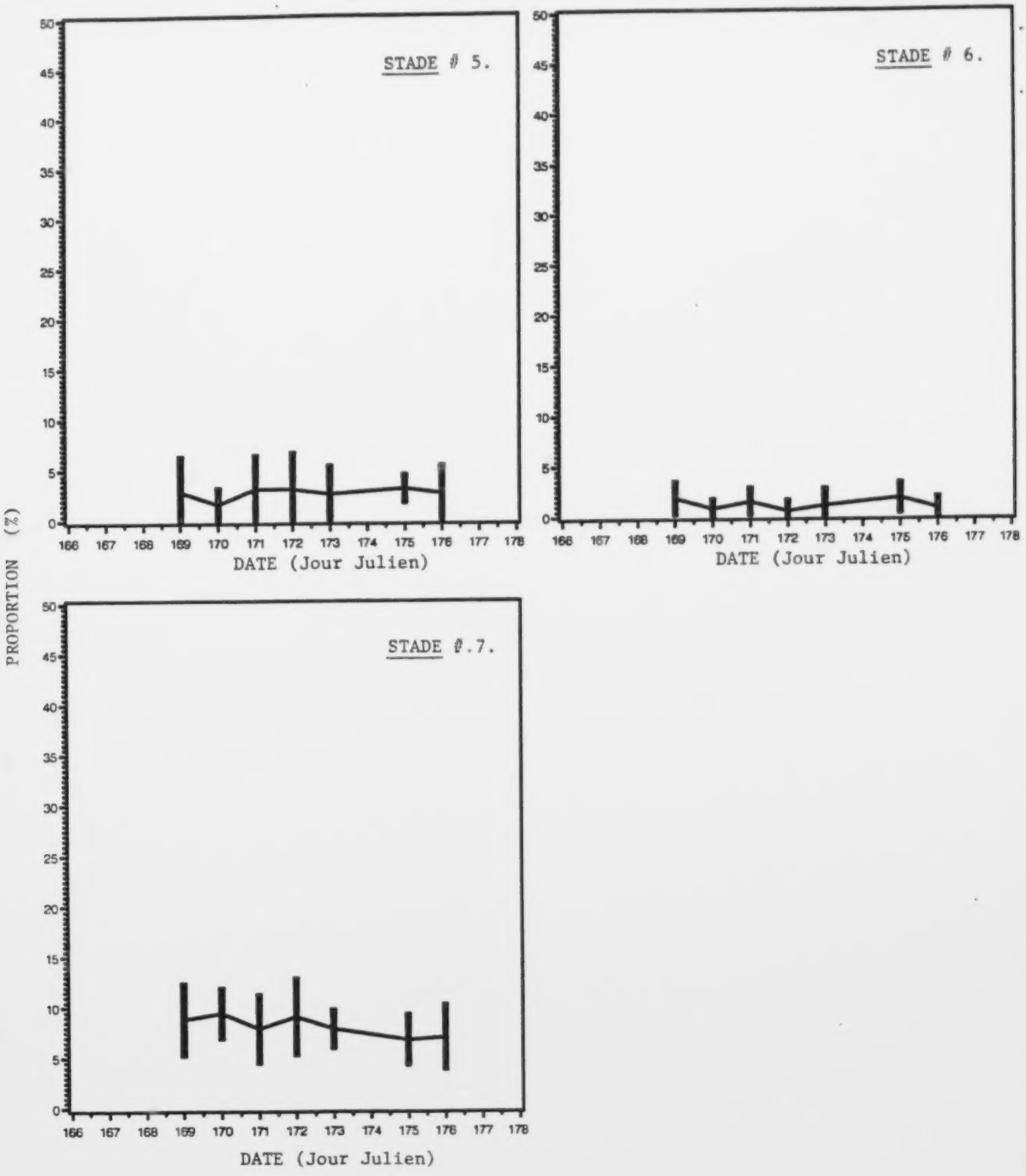

Figure 13. (suite).

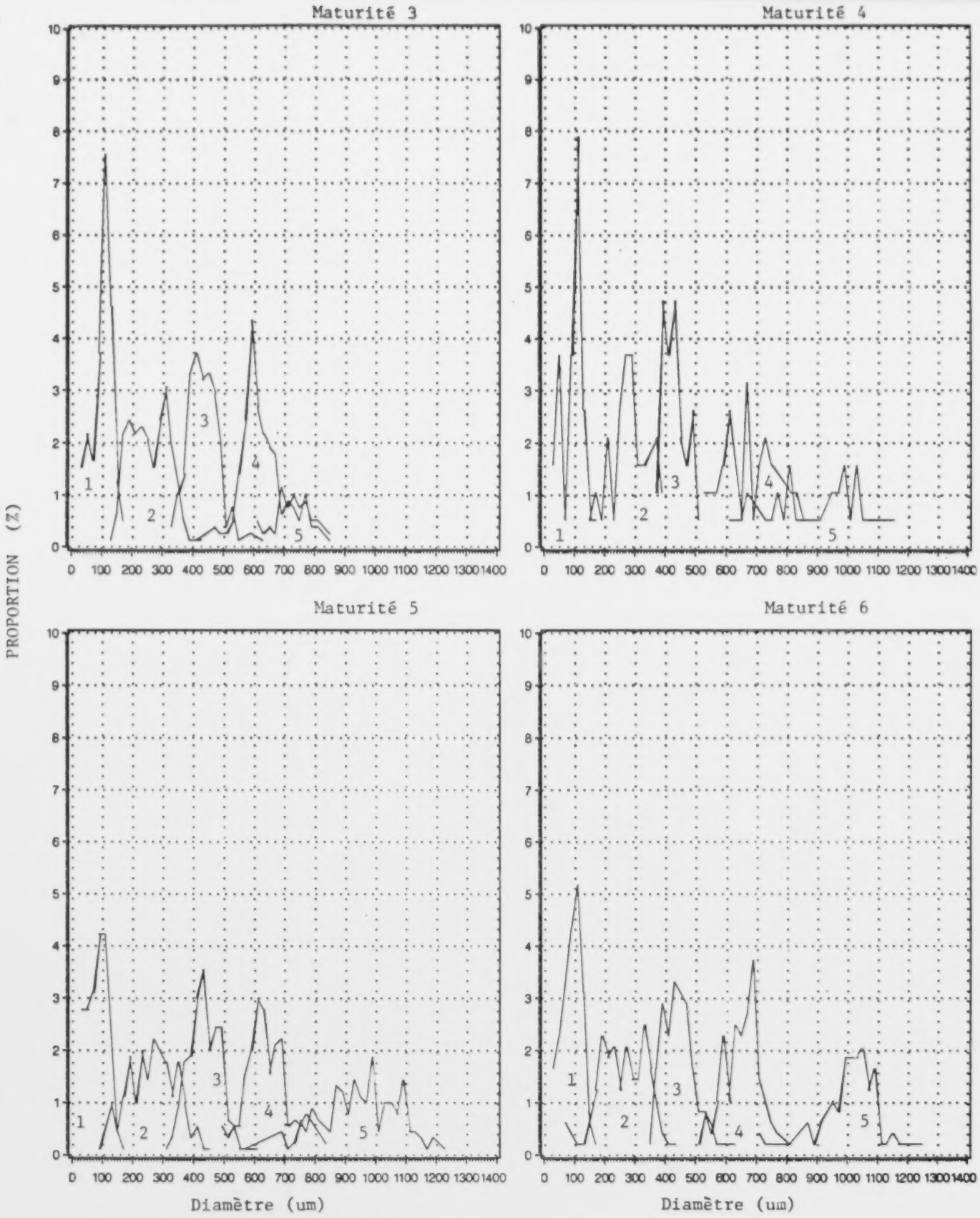

Figure 14. Distributions de la taille des ovocytes des stades 1 à 5 pour chaque stade de maturité des gonades échantillonnées en 1991.

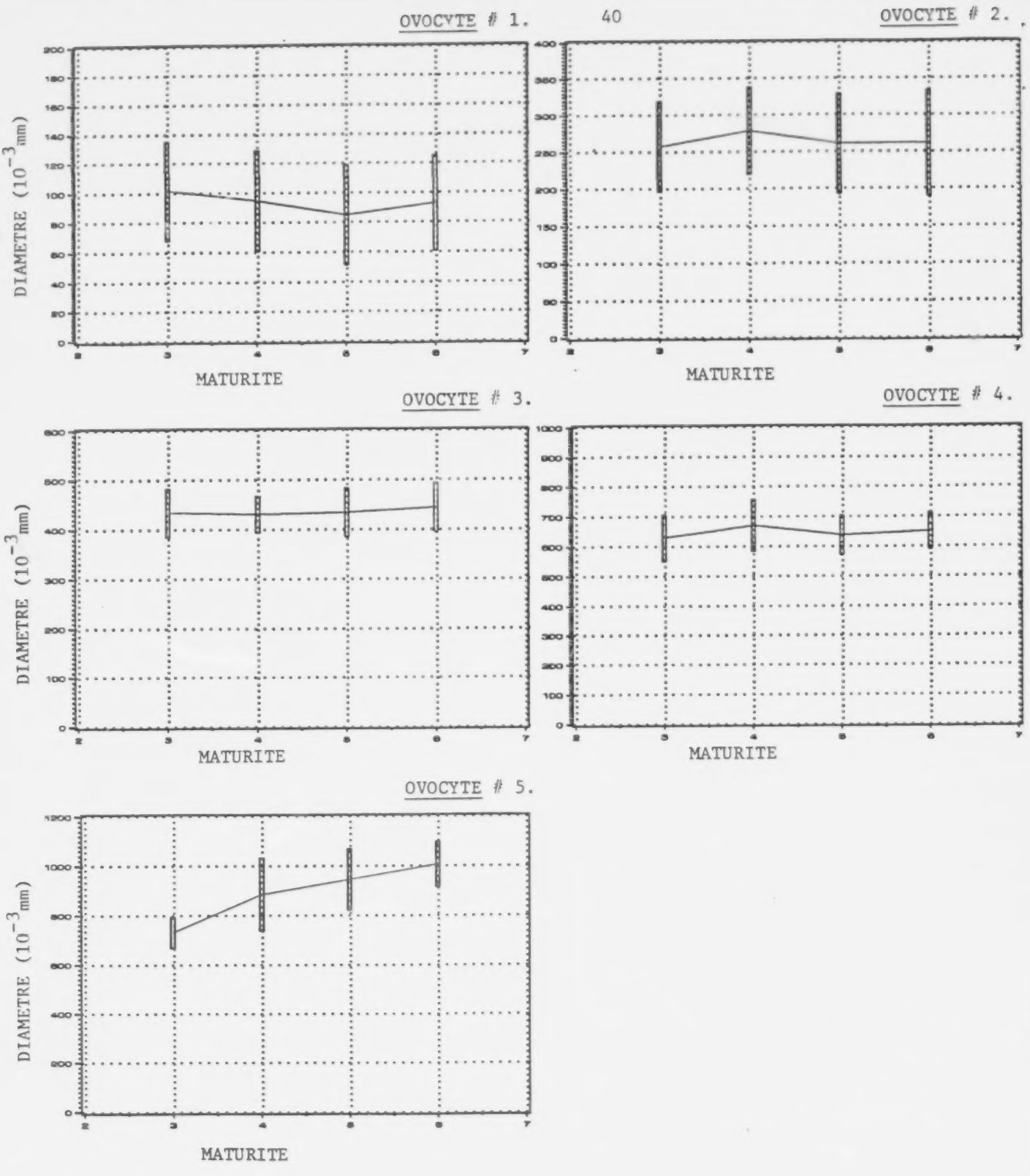

Figure 15. Diamètre moyen et écart-type des ovocytes des stades 1 à 5 pour chaque degré de maturité des gonades.

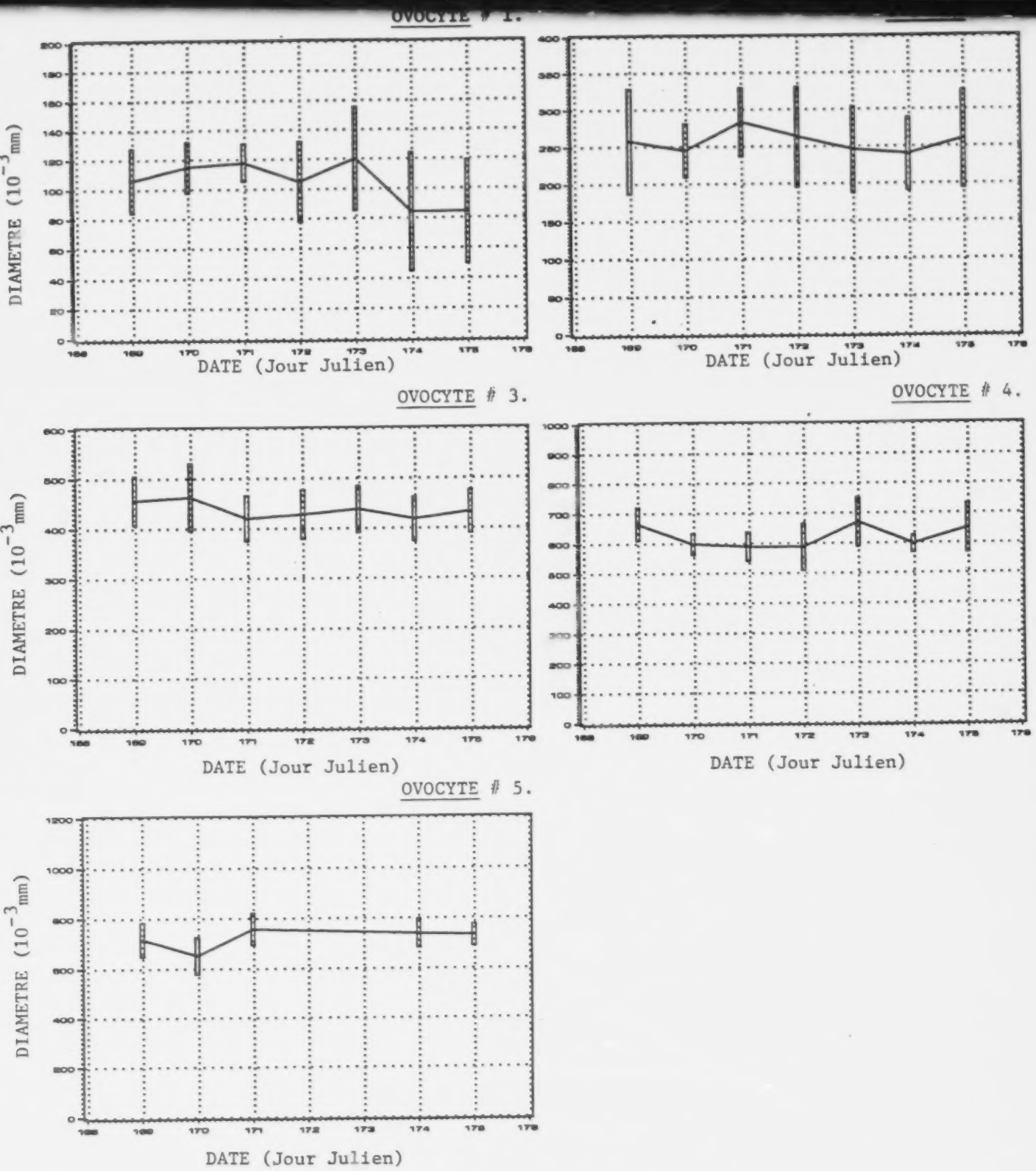

Figure 16. Changements quotidiens dans le diamètre moyen des ovocytes des stades 1 à 5 pour des gonades de maturité 3.

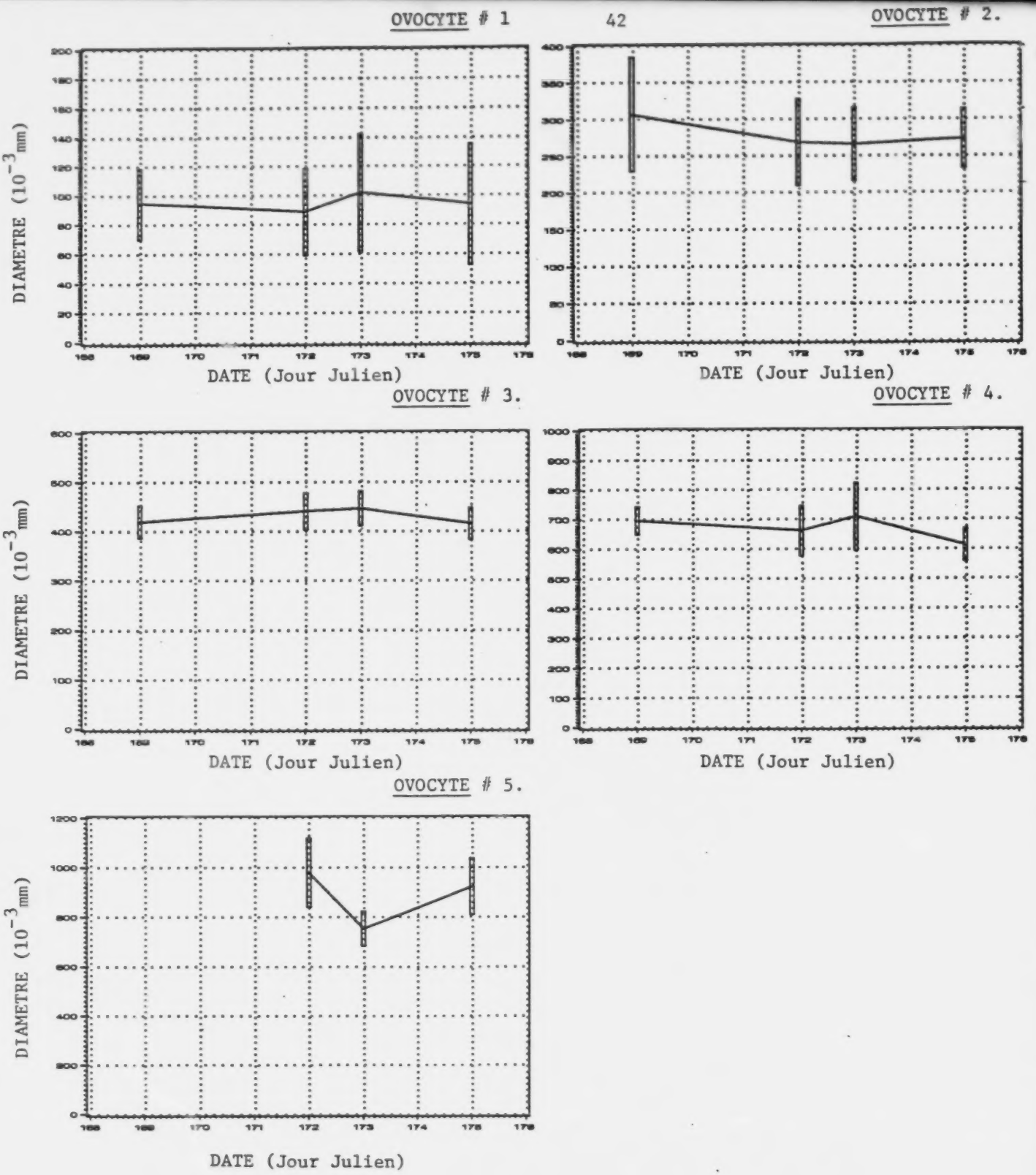

Figure 17. Changements quotidiens dans le diamètre moyen des ovocytes des stades 1 à 5 pour des gonades de maturité 4.

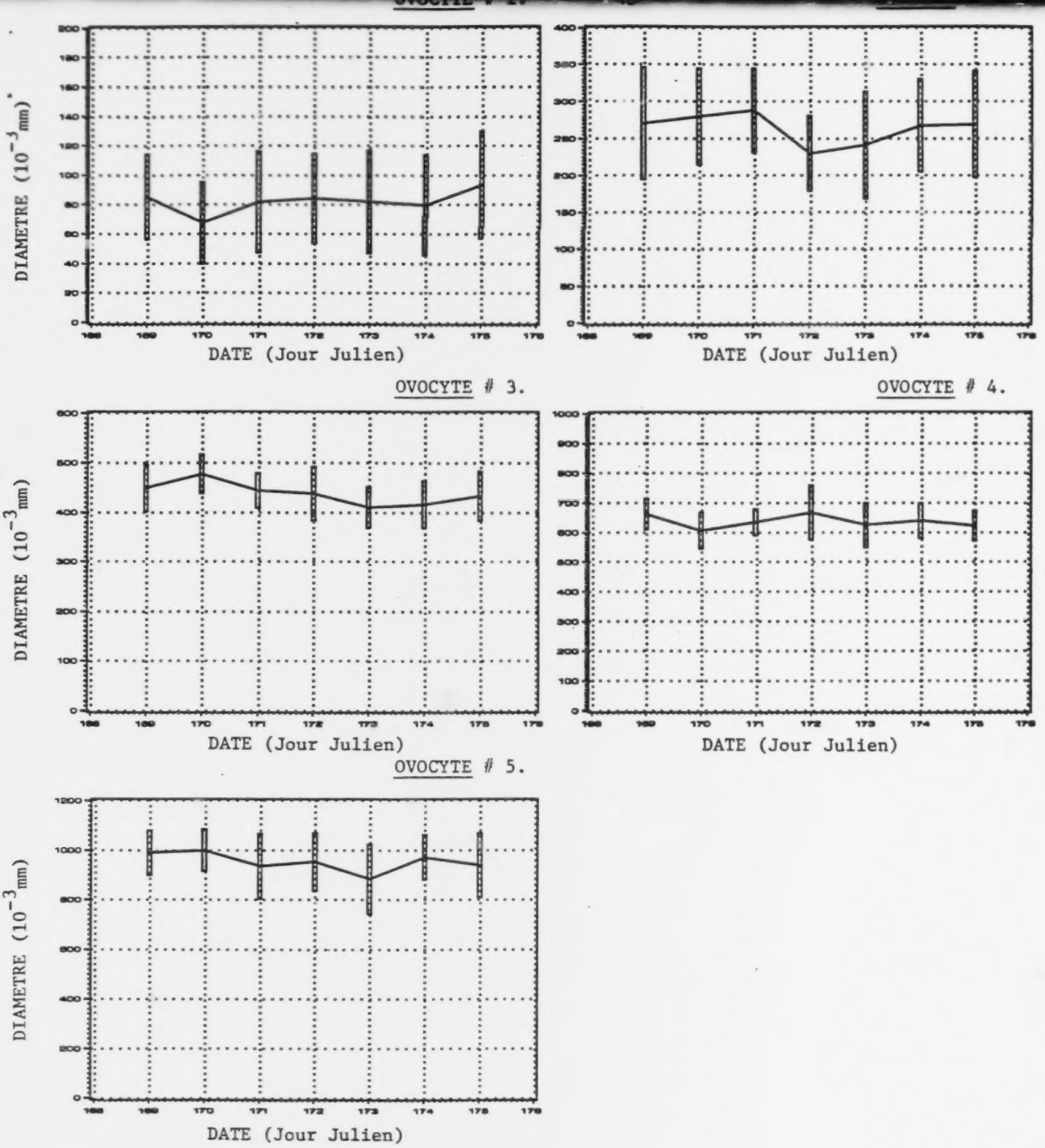

Figure 18. Changements quotidiens dans le diamètre moyen des ovocytes des stades 1 à 5 pour des gonades de maturité 5.

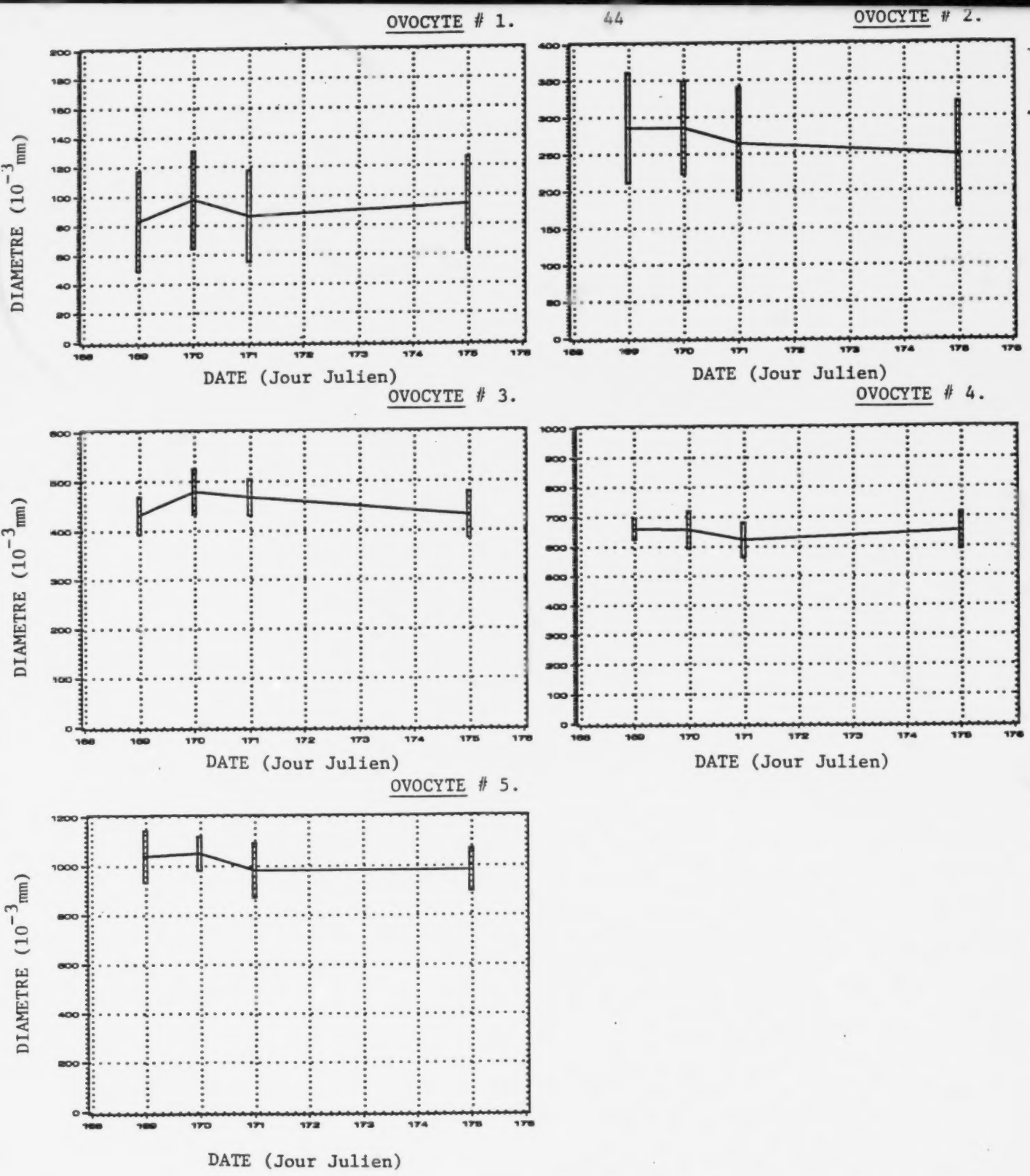

Figure 19. Changements quotidiens dans le diamètre moyen des ovocytes des stades 1 à 5 pour des gonades de maturité 6.

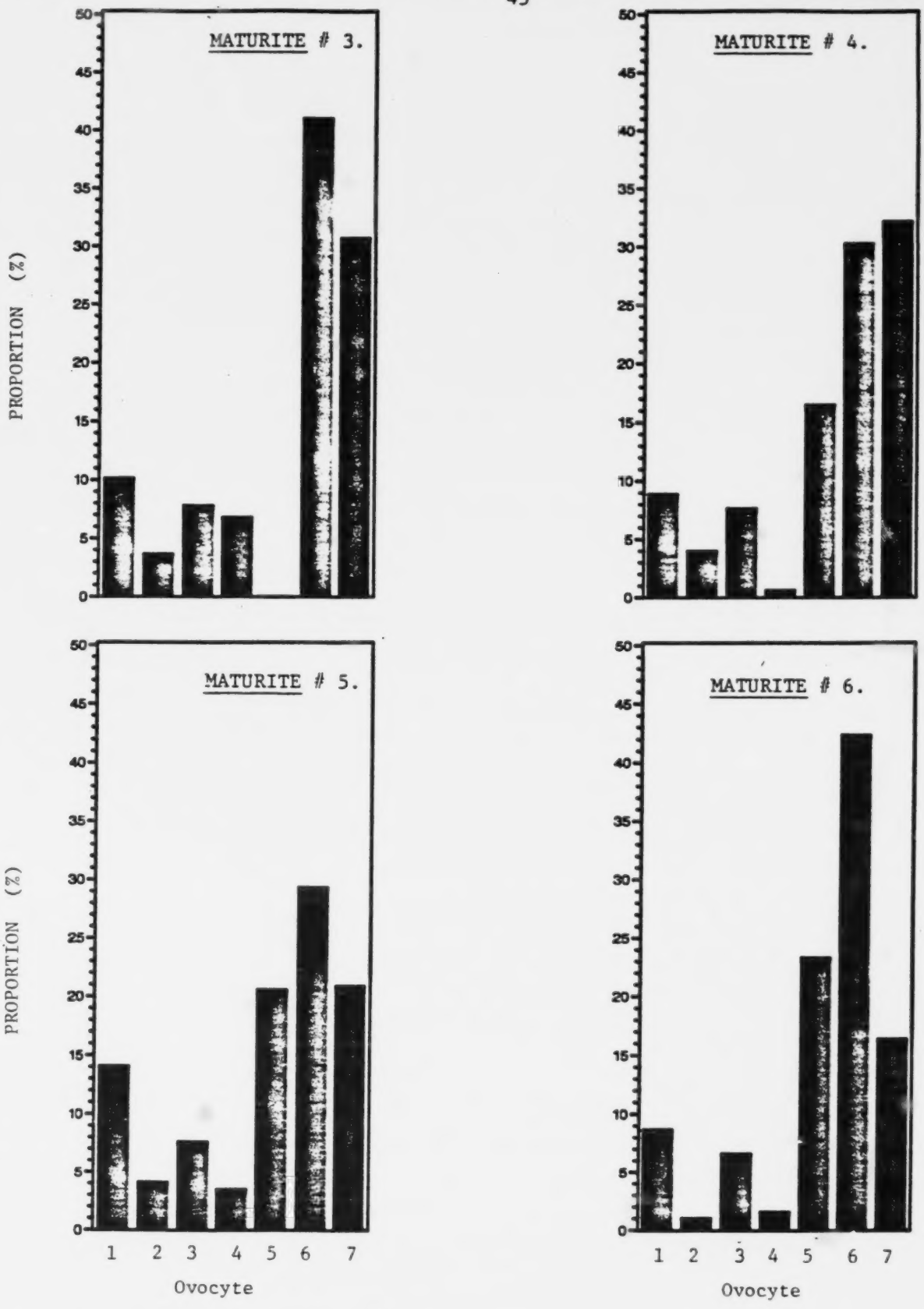

Figure 20. Proportions (%) d'atrésie chez les différents stades d'ovocytes pour 4 stades de maturité des gonades.